



Turun yliopisto
University of Turku

Fabrication additive ou Impression 3D

Aperçus sur une variation terminographique

Kati Lehtinen
Mémoire de maîtrise
Département de français, filière de traduction et d'interprétation
Institut de langues et de traduction
Université de Turku
Décembre 2014

Turun yliopiston laatu järjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä

TURUN YLIOPISTO
Humanistinen tiedekunta

LEHTINEN, KATI: Fabrication additive ou Impression 3D. Aperçus sur une variation terminographique. (Materiaalia lisäävä valmistus vai 3D tulostus. Muuttuva termistö.)

Gradututkielma, 105 s., 67 liites.

Kieli- ja käännöstieteen laitos, Ranskan kääntäminen ja tulkkaus
Joulukuu 2014

Materiaalia lisäävä valmistus eli 3D-tulostus on valmistusmenetelmä, jossa kappale tehdään 3D-mallin pohjalta materiaalikerroksia lisäämällä, käyttäen useita tekniikoita ja materiaaleja. Menetelmää sovelletaan useilla teollisuuden aloilla. Lisääviä valmistustekniikoita on kehitetty 1990-luvun alkupuolelta lähtien, ja ne monipuolistuvat jatkuvasti.

Tässä pro gradu -tutkielmassa tutkitaan sovellusalan terminologian kehitystä vertailevilla menetelmillä ja luodaan kolmikielinen sanasto alan asiantuntijoille, joita edustaa Suomessa FIRPA ry. Sanaston kielet ovat englanti, ranska ja suomi.

Terminologian tutkimus on perinteisesti keskittynyt sanastotyöhön ja käsiteanalyysiin, sen sijaan termihistorian tutkimus on ollut vähäisempää. Tässä työssä on tehty vertailevaa termitutkimusta sekä sanastotyön että termihistorian näkökulmista. Vertailutasoja ovat termien merkityksen muuttuminen, vertailu pivot-kielen suhteen ja kielikohtaisten ominaisuuksien tarkastelu termien muotoutumisessa. Tutkittavia asioita ovat sanastokäsitteiden väliset suhteet, synonyymien, varianttien ja uudissanojen moninaisuus, ja termien yleiskielistyminen. Samalla pohditaan muita termien muuttumiseen vaikuttavia syitä. Tärkeimpänä lähteenä käytetään Wohlersin vuosiraportteja, jotka kuvaavat kattavasti koko teollisuudenalaa.

Koska englannin pivot-vaikutus on voimakasta teknisillä aloilla, omankielisen terminologian kehittyminen vaatii tietoista terminologiatyötä ja aktiivista omankielisten termien käyttöä. Terminologian vakiintumista voidaan arvioida termivarianttien ja uudissanojen määrästä, sekä termien yleiskielistymisestä. Terminologia muuttuu jatkuvasti toimialan kehittyessä ja vaatii säännöllistä päivittämistä. Termihistorian tunteminen tukee sanastotyön termivalintoja. Alan asiantuntijat ovat vastuussa omasta terminologiastaan, ja heidän aktiivisuutensa on tärkeää sen kehittämisessä.

Toteutettu sanasto on tämän pro gradu -tutkielman liitteenä ja se julkaistaan myös FIRPA ry:n Internet-sivustolla. Suomenkielinen osio sanastosta on ensimmäinen laaja suomeksi julkaistu materiaalia lisäävän valmistuksen sanasto.

Asiasanat: erityisterminologia, käsiteanalyysi, käsitekaavio, sociolinguistinen terminologia, synonymia, termihistoria, termivaihtelu, uudissana, variantti, yleiskielistyminen

UNIVERSITÉ DE TURKU
Faculté des lettres

LEHTINEN, KATI: Fabrication additive ou Impression 3D. Aperçus sur une variation terminographique.

Mémoire de maîtrise, 105 p. 67 p. d'annexes
Département de français, filière de traduction et d'interprétation
Décembre 2014

La fabrication additive est un ensemble de méthodes pour fabriquer des pièces 3D par apport de divers matériaux par couches successives. Les méthodes sont adaptées aux divers secteurs industriels. La technologie s'est développée depuis le début des années 1990 et ne cesse de se diversifier.

Ce mémoire de maîtrise traite de l'évolution terminologique du domaine et propose un glossaire trilingue pour les experts du domaine, dont le représentant finlandais est la FIRPA. Les langues du glossaire sont l'anglais, le finnois et le français.

La recherche terminologique s'est concentrée principalement sur la terminologie synchronique et conceptuelle, tandis que la recherche de la terminologie diachronique a été plus modeste. Notre étude est réalisée avec les méthodes terminographiques comparatives, s'étendant de la synchronicité du glossaire vers des aspects diachroniques. Les niveaux de la recherche sont : l'analyse diachronique extra-linguistique, la comparaison par langue pivot et l'étude de la variation linguistique pour chaque langue. En même temps, sont discutées l'analyse conceptuelle du glossaire, la diversité des synonymes, des variantes et des néologismes, puis la vulgarisation des termes et des mécanismes du changement terminologique. Les sources documentaires principales sont les rapports annuels de Wohlers, qui sont les collections détaillées de l'industrie en question.

L'influence de l'anglais comme langue pivot étant forte dans les domaines technologiques, le travail terminologique délibéré et l'utilisation active d'une terminologie idoine d'une langue native sont essentiels pour le développement terminologique, dont la stabilisation peut être évaluée en fonction de la variation, de la vulgarisation et de la néologie. En effet, la terminologie change constamment quand le domaine se développe, nécessitant une mise à jour régulière. La connaissance de la terminologie diachronique sert de base pour établir le glossaire. Les experts du domaine ont la responsabilité de l'usage, leur activité étant vitale pour le développement de leur terminologie.

Le glossaire est publié dans les annexes de ce mémoire, ainsi que sur le site Internet de la FIRPA. La partie en finnois est le premier glossaire du domaine de la fabrication additive publié en cette langue.

Mots clés : analyse conceptuelle, néologie, synonymie, terminographie, terminologie diachronique, terminologie sociolinguistique, terminologie spécialisée, variation terminologique, vulgarisation

Table des matières

1 INTRODUCTION.....	1
2 FABRICATION ADDITIVE.....	4
2.1 Interdisciplinarité du domaine.....	4
2.2 Principes techniques.....	6
2.3 Aspects terminologiques.....	8
2.3.1 Normalisation du domaine.....	10
2.3.2 Avenir technologique.....	11
3 MISE EN PERSPECTIVE TERMINOLOGIQUE.....	13
3.1 Recherche terminologique.....	13
3.2 Synchronie et diachronie.....	14
3.3 Interdisciplinarité et circulation des termes.....	16
3.3.1 Collaboration, corpus et continuité.....	17
3.3.2 Dépendance de la langue pivot dominante.....	19
3.3.3 Vulgarisation.....	20
3.3.4 Néologie.....	22
3.4 Variation terminographique.....	23
3.4.1 Classification des synonymes.....	27
3.4.2 Termes unidimensionnels et multidimensionnels.....	29
4 MÉTHODOLOGIE.....	31
4.1 Cible.....	31
4.2 Corpus diachronique et synchronique.....	32
4.2.1 Taille du corpus.....	34
4.2.2 Limitations contextuelles du corpus.....	36
4.3 Méthodes utilisées.....	37
4.3.1 Compilation du glossaire.....	38
4.3.2 Entretiens et correspondances.....	40
4.3.3 Enquête.....	41
4.3.4 Perception visuelle de concepts.....	43
4.4 Publication du glossaire.....	44

5 RÉSULTATS.....	45
5.1 Nombre de candidats termes.....	46
5.1.1 Candidats termes fournis par l'enquête.....	48
5.1.2 Fréquence des candidats termes.....	50
5.1.3 Catégorisation thématique.....	51
5.2 Analyse synchronique.....	54
5.2.1 Examen de termes variables.....	55
5.2.2 Analyse du processus terminologique.....	59
5.2.3 Analyse de relations conceptuelles.....	60
5.2.4 Analyse d'équivalence interlinguistique.....	62
5.3 Analyse diachronique de concepts centraux.....	63
5.3.1 Analyse de nom domanial.....	67
5.3.2 Analyse de terme impression 3D.....	69
5.3.3 Analyse de noms procéduraux.....	71
6 REFLEXIONS FINALES.....	88
6.1 Synthèse des résultats.....	88
6.2 Réflexions méthodologiques.....	91
7 CONCLUSIONS.....	93
8 SUOMENKIELINEN TIIVISTELMÄ.....	96
9 RÉFÉRENCES.....	107
9.1 Sources primaires.....	107
9.2 Sources secondaires.....	114

ANNEXES

1. Support à la traduction (par ordre alphabétique)
2. Tableaux terminologiques
3. Enquête
4. Glossaire trilingue (par ordre numérique)
5. Schémas conceptuels

Index des tableaux et des graphiques

Graphique 1. Interdisciplinarité du domaine.....	5
Graphique 2. Principes techniques : une imprimante 3D* avec et sans une chambre, la chronologie de l'impression 3D*.....	6
Tableau 3. Titres des rapports de Wohlers.....	9
Tableau 4. Concepts centraux de la terminologie spécialisée.....	13
Graphique 5. Perspectives de vulgarisation.....	20
Tableau 6. Classification des causes de variation.....	24
Tableau 7. Mécanismes du changement des termes.....	25
Tableau 8. Classification des synonymes.....	28
Tableau 9. Sources de matériel français et finnois.....	33
Tableau 10. Catégorisation du corpus.....	34
Tableau 11. Taille du corpus finnois.....	34
Tableau 12. Nombre de mots d'articles finnois par an.....	35
Tableau 13. Taille du corpus français.....	35
Tableau 14. Taille du corpus anglais.....	35
Graphique 15. Séquence des tâches en recherche terminographique non outillée.....	37
Tableau 16. Exemples de notation dans le tableur.....	38
Tableau 17. Fonctions et nombre de moyens de communication.....	40
Tableau 18. Thèmes du questionnaire.....	42
Tableau 19. Prévisions pour les réponses de questionnaire.....	43
Tableau 20. Notation des schémas conceptuels.....	43
Tableau 21. Candidats termes dans le corpus finnois.....	46
Tableau 22. Candidats termes dans des articles en finnois par année.....	47
Tableau 23. Analyse des termes anciens du domaine en finnois.....	47
Tableau 24. Candidats termes dans le corpus français.....	47
Tableau 25. Candidats termes dans le corpus anglais.....	48
Tableau 26. Expérience des répondants.....	48
Tableau 27. Analyse des candidats termes fournis par l'enquête.....	49
Tableau 28. Analyse des questions ambiguës.....	49
Tableau 29. Candidats termes les plus habituels en anglais et en français.....	50
Tableau 30. Candidats termes les plus habituels en anglais et en français, à intervalles réguliers.....	50
Tableau 31. Candidats termes les plus habituels en français, par article.....	50
Tableau 32. Nombre des candidats termes habituels dans les articles finlandais.....	51
Graphique 33. Diagramme thématique, articles en anglais.....	52
Graphique 34. Diagramme thématique, articles en français.....	52
Tableau 35. Groupement des candidats termes pour l'analyse.....	54
Tableau 36. Termes du glossaire pris des sources primaires anglaises.....	58
Graphique 37. Nombre des termes du glossaire en dix phases.....	59
Tableau 38. Équivalence des termes du glossaire en fonction de la langue pivot.....	62
Tableau 39. Variantes de l'expression couche par couche.....	64

Tableau 40. Utilisation de « soustractif » dans le corpus français.....	65
Tableau 41. Terminologie de STL*.....	66
Tableau 42. Variantes actuelles du nom du domaine.....	68
Tableau 43. Évolution du terme impression 3D*.....	70
Tableau 44. Termes de l'impression 3D* et de l'imprimante 3D* en finnois.....	71
Tableau 45. Noms des procédés dans la norme de l'AFNOR.....	72
Tableau 46. Nouveaux noms des procédés et noms commerciaux.....	74
Tableau 47. Évolution vers le terme projection de liant*.....	76
Tableau 48. Évolution vers le terme dépôt énergétique direct*.....	77
Tableau 49. Évolution vers le terme extrusion de matériau*.....	79
Tableau 50. Évolution vers le terme projection de matériau*.....	80
Tableau 51. Évolution vers le terme fusion en lit de poudre*.....	82
Tableau 52. Évolution des variantes du terme stratoconception*.....	84
Tableau 53. Évolution des variantes du terme photopolymérisation*.....	85
Tableau 54. Variantes pour le terme photopolymère.....	87
Tableau 55. Glossaires de Wohlers par rapport à la norme de ASTM* (1/3) (voir la section 5.2.1).....	119
Tableau 56. Glossaires de Wohlers par rapport à la norme de ASTM* (2/3) (voir la section 5.2.1).....	120
Tableau 57. Glossaires de Wohlers par rapport à la norme de ASTM* (3/3) (voir la section 5.2.1).....	120
Tableau 58. Les termes les plus habituels dans les articles français individuels.....	121
Tableau 59. Les termes anglais et français les plus nombreux dans le corpus.....	122
Tableau 60. Les termes les plus nombreux dans les articles en finnois.....	122
Tableau 61. Comparaison des termes (finnois et français) du glossaire en fonction de la langue pivot (1/2) (voir la section 5.2.4).....	123
Tableau 62. Comparaison des termes (finnois et français) du glossaire en fonction de la langue pivot (2/2) (voir la section 5.2.4).....	124
Graphique 63. Schéma conceptuel : termes généraux – anglais.....	158
Graphique 64. Schéma conceptuel : termes des procédés – anglais.....	158
Graphique 65. Schéma conceptuel : termes de conception – anglais.....	159
Graphique 66. Schéma conceptuel : termes du post-traitement – anglais.....	159
Graphique 67. Schéma conceptuel : termes des machines – anglais.....	159
Graphique 68. Schéma conceptuel : termes généraux – finnois.....	160
Graphique 69. Schéma conceptuel : termes des procédés – finnois.....	160
Graphique 70. Schéma conceptuel : termes de conception – finnois.....	161
Graphique 71. Schéma conceptuel : termes du post-traitement – finnois.....	161
Graphique 72. Schéma conceptuel : termes des machines – finnois.....	161
Graphique 73. Schéma conceptuel : termes généraux – français.....	162
Graphique 74. Schéma conceptuel : termes des procédés – français.....	162
Graphique 75. Schéma conceptuel : termes de conception – français.....	163
Graphique 76. Schéma conceptuel : termes du post-traitement – français.....	163
Graphique 77. Schéma conceptuel : termes des machines – français.....	163

1 Introduction

« [...] les connaissances et les techniques nouvelles ne procèdent pas de rien mais découlent de l'acquis antérieur, l'enrichissement lexical ne se réalise pas par l'introduction dans le lexique d'un ensemble homogène de mots nouveaux correspondant à chaque technique nouvelle. [...] De fait, tout ensemble lexical technique présente nécessairement dans sa genèse, un aspect diachronique. » Guilbert, 1967

La *fabrication additive*^{*1}, ou l'*impression 3D*^{*}, a reçu beaucoup de visibilité dans les médias mondiaux depuis les trois dernières années. Mon intérêt pour un tel sujet vient d'un séminaire d'informatique auquel j'ai pu participer il y a un an, au sujet des imprimantes 3D et leur parution récente à l'usage public. Il faut remarquer que, dans les sciences technologiques, l'anglais est considéré comme une *langue pivot*, sinon même la *lingua franca* des experts. Notre étude ne nie pas cette situation, mais en même temps, il est tenu compte d'autres perspectives en discutant des statuts langagiers et de l'origine des termes. Parce que le développement du domaine est toujours rapide, le sujet est considéré comme très actuel.

Les premières techniques du domaine sont apparues à la fin des années 1980. On présuppose que la plupart des termes techniques datent déjà du début des années 1990, même si l'ensemble, assez restreint mais essentiel, des termes a connu ensuite des changements profonds. Depuis 1995, Terry Wohlers a publié annuellement des rapports sur l'état de cette industrie mondiale ; ce sont des sources fiables qui montrent le développement technologique du domaine et qui signalent aussi concrètement la transformation terminologique.

Le domaine est ainsi devenu interdisciplinaire. L'évolution du domaine a touché les principales applications : au début, il y avait seulement des prototypes de conception, puis les méthodes se sont étendues à la fabrication des prototypes d'outillages et de moules, et plus tard, à ses applications de production, ce qui est à l'origine de nouvelles solutions pour la fabrication de pièces usinées. Cependant, les techniques du prototypage, utilisées dans l'industrie, se sont beaucoup développées, changeant sans arrêt aussi la réalisation du prototypage et son importance lors du processus. Les améliorations technologiques générales ont profité de plusieurs logiciels et instruments avancés, ainsi que de solutions adaptables, notamment en ce qui concerne le développement des équipements et des matériaux. À cause de l'expansion, le nombre de méthodes techniques a vite augmenté. D'où les variations dans les dénominations.

1 Les explications pour les accentuations textuelles utilisées : tous les termes du domaine sont en *italique* ; pour les termes de domaine marqués avec un astérisque (*), la définition se trouve dans le glossaire (dans les annexes de ce travail) ; les concepts terminologiques pertinents sont en *italique*.

Enfin, les experts doivent maîtriser une vaste gamme de compétences de l'installation et de l'intégration des systèmes jusqu'aux combinaisons des procédés et des matériaux appropriés. La normalisation technologique du domaine est aussi en cours : récemment donc, sont apparus de vrais besoins pour trouver des termes uniformes, malgré des disparités de dénominations évidentes.

Mes motifs dans ce travail terminographique sont directement liés à la fraîcheur des termes et à l'actualité des changements. Le but principal de ce travail vise à mieux connaître la fabrication additive et la communication, dans et hors du domaine. Bref, dans cette étude, il y a deux objectifs parallèles :

- analyser l'évolution des termes
- et créer un glossaire contemporain et exhaustif trilingue (anglais, finnois, français), tout en faisant en sorte que les trois glossaires équivalents fonctionnent aussi indépendamment.

La motivation pour la recherche diachronique est de trouver de la variation dans la terminologie et d'analyser comment les termes sont transférés dans le temps, soit linguistiquement, au niveau des synonymes et entre les langues, soit extra-linguistiquement, au niveau des changements technologiques du domaine. Pour établir le glossaire, nous avons sélectionné des termes pertinents, tenant compte de la situation actuelle, ainsi que des visions de l'avenir, de manière que le glossaire soit durable et fiable autant que possible, en lien des domaines connexes. Le glossaire est synchronique, mais le développement diachronique nous a aidés à comprendre les choix terminologiques d'aujourd'hui. Enfin, il est à noter que la terminologie du domaine en finnois n'existe pas.

Il est possible de reformuler notre propos à l'aide des questions suivantes :

1. Comment la terminologie de la *fabrication additive** ou l'*impression 3D** a-t-elle changé de 1994 à 2013, dans les trois langues du glossaire (anglais, finnois, français) ?
2. Quels sont les effets de la *vulgarisation* sur la terminologie du domaine ?
3. Combien de *synonymes* existent-ils ? Quels termes sont abandonnés ? Quelles sont ces stratégies pour adapter de nouveaux termes en français et en finnois ?

La question déterminante (1) couvre le glossaire contemporain et sa comparaison *extra-linguistique* avec les terminologies précédentes. La question 2, de la *vulgarisation*, est traitée à partir d'un corpus extrait des médias. La question 3 se focalise sur les phénomènes linguistiques. Ces questions produisent elles-mêmes plusieurs sous-questions : pourquoi les termes changent-ils leur(s) signification(s) ? Pourquoi certains termes sont-ils omis de l'usage ? Pourquoi faut-il faire un dessin de certains termes ? Pourquoi la variation terminologique est-elle importante dans les phases de développement terminologique ? La variation et la vulgarisation peuvent-elles être

considérées comme des phénomènes positifs ?

Notre démarche a commencé par l'assimilation d'information sur le domaine, et puis s'est poursuivie par des entretiens et des courriels. Le principal corpus, en anglais, imprimé, a été fourni par le client. Le corpus français est basé sur les informations accessibles sur l'Internet. De plus, pour compléter un corpus en finnois contemporain assez vaste sur le domaine, outre les articles disponibles, a été menée une enquête.

Le travail est partagé en sections successives : tout d'abord des informations sur le domaine et le cadre théorique, et ensuite des méthodologies et des résultats. Le chapitre 2 introduit à la technologie, et au fait de savoir comment le travail terminologique est organisé hors du domaine. Sont aussi discutés, dans ce chapitre, des effets de la normalisation. Le chapitre 3 se concentre sur la problématique terminologique, la *néologie*, la *synonymie*, la *variation* et la *vulgarisation* pouvant être observés à la fois *diachroniquement* et *synchroniquement*, pour chaque langue individuelle ; en pratique, il s'agit d'extraire ces phénomènes du corpus. L'objectif a été de trouver des caractéristiques du développement terminologique *diachronique*. Ensuite, cette information a été utilisée lors du travail *synchronique*, pour voir comment la *terminologie diachronique* influence sur la *terminologie synchronique*. Pour étudier les caractéristiques linguistiques d'une terminologie, il y a plusieurs classifications : mécanismes pour le changement des termes, classification des *synonymes*, classification des termes et des causes de *variation*, implications des *néologismes*.

La méthodologie est présentée au chapitre 4, se focalisant principalement sur l'organisation du travail et ses limitations, sur la sélection du corpus. D'abord, ont été analysés les changements extra-linguistiques, qui montrent notamment les développements technologiques. Ensuite, les termes équivalents du glossaire ont été comparés en fonction de la *langue pivot*, pour trouver des implications de l'interaction et des emprunts. Finalement, est principalement étudiée et classifiée surtout la *variation terminologique*. L'analyse est structurée selon des facteurs technologiques. La pertinence des termes retenus n'est pas questionnée à cause des limitations de l'étude.

Les résultats sont présentés dans le chapitre 5. Ils sont organisés de manière que les relations conceptuelles ainsi que celles langagières soient clairement présentées. Le glossaire proprement dit et les *schémas conceptuels* sont en annexe. Le chapitre 6 présente nos réflexions finales sur les résultats et sur la méthodologie utilisée. Il est suivi de conclusions, ouvrant sur l'avenir.

2 Fabrication additive



Affiche d'un événement à Paris en octobre 2012

La *fabrication additive** réunit des disciplines technologiques qui sont mises ensemble de manière originale. Elle insiste sur la simplicité et sur la facilité d'utilisation, en défiant les conventions traditionnelles de l'industrie. La fabrication additive s'appuie sur la flexibilité de la conception, ainsi que sur de nouveaux mécanismes moins coûteux. L'idée principale n'est pas d'éviter ou de se débarrasser des conventions plus traditionnelles, mais bien de mélanger des méthodes et de fournir des alternatives à des conceptions complexes.

Dans ce chapitre, nous présentons des aspects de la *fabrication additive** qui sont essentiels sous l'angle terminographique : la naissance du domaine, le statut actuel, l'évolution, la fonctionnalité procédurale, la normalisation, et l'avenir. Pour connaître un tel domaine, il faut en assimiler ses aspects technologiques. Pour cela, nous allons donc, au préalable, nous intéresser à l'interaction entre diverses technologies.

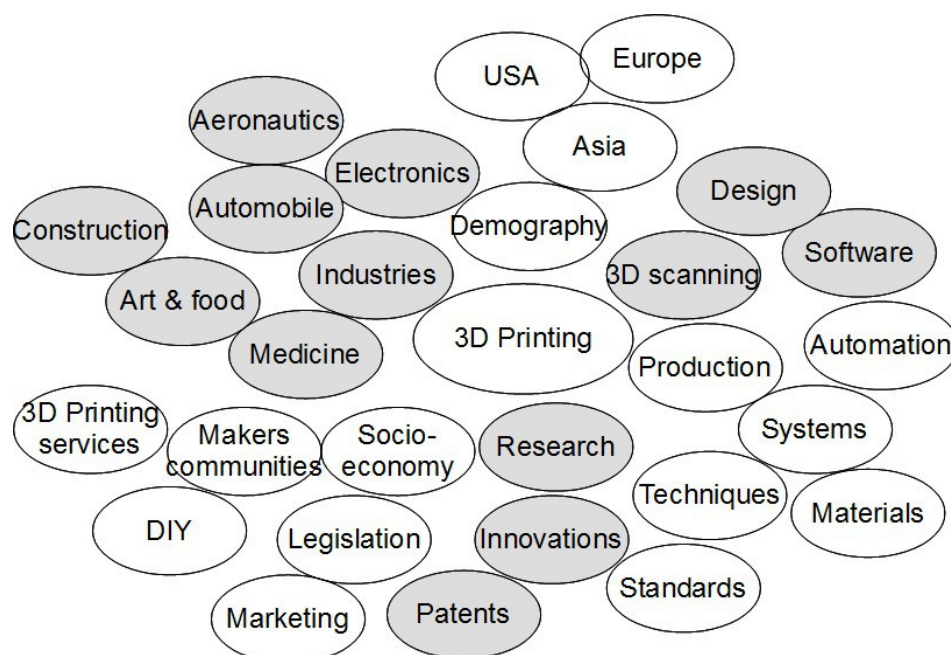
2.1 Interdisciplinarité du domaine

La *fabrication additive** est une bonne alternative à la fabrication d'objets complexes, trop coûteux avec des méthodes conventionnelles. Combiner des technologies, c'est savoir utiliser le meilleur de chaque technologie. À cet égard, l'interdisciplinarité intègre des domaines technologiques connexes, comme la montre bien la nature pluridisciplinaire de la *fabrication additive**.

La *fabrication additive** rassemble des technologies différentes dont les racines datent

des années 1980. Auparavant, étaient utilisées des méthodes conventionnelles ou des dessins 2D, qui prenaient beaucoup de temps et de ressources humaines. En améliorant l'interaction entre la conception et le processus de fabrication, on a réussi d'optimiser la production. Dès le début, la fabrication additive a été liée à la numérisation. Au début des années 1990, les fabricants du domaine ont obtenu plusieurs brevets pour diverses solutions technologiques. La démocratisation récente de ces brevets a accéléré le développement des équipements ; donc, des nouvelles machines sont apparues sur les marchés.

La fabrication est un mélange de diverses techniques, soit conventionnelles, soit additives, soit même leur combinaison. Les techniques conventionnelles sont utilisées lors du *post-traitement** des *objets finaux**, pour améliorer leur apparence. La *fabrication additive** est ainsi en relation avec les *technologies conventionnelles** comme la mécanique, l'*outillage*, la production et l'automatisation industriels, puis avec la technologie des matériaux, l'informatique (la *rétro-conception**, l'acquisition de données et la numérisation). L'assemblage d'une imprimante exige déjà une combinaison d'expertise : il faut avoir connaissance de la conception industrielle, de l'ingénierie mécanique, de l'électronique et de l'informatique. De plus, la technologie des matériaux est une discipline très vaste. Non seulement il existe des matériaux très divers, mais ceux-ci ont aussi des caractéristiques spécifiques selon les procédés appliqués : leurs innovations influencent directement la taille de l'objet et la qualité de son surface. Les matériaux, leur développement, sont omis de l'analyse thématique de cette étude.



Graphique 1. Interdisciplinarité du domaine.

La technologie est donc un domaine très interdisciplinaire (Graphique 1 ; notre interprétation domaniale selon le corpus et la source : Entretien initial avec la FIRPA,

Helsinki, 8 novembre 2013), d'une perspective géographique, socio-économique ou technologique : il existe des applications dans tous les secteurs industriels, par exemple dans les industries aérospatiale et automobile, et dans la construction de projets gigantesques. Mais, il existe aussi des applications médicales très avancées, comme il existe même des applications pour la cuisine, le design et l'art. Ces développements récents ne sont pas sans implications sur les structures des marchés ou sur les structures sociales.

2.2 Principes techniques



Graphique 2. Principes techniques : une *imprimante 3D** avec et sans une chambre, la chronologie de l'*impression 3D**.

Malgré l'expansion à divers secteurs technologiques et industriels, la technique principale reste toujours la même. La *fabrication additive** d'un objet est devenue un processus chronologique (Graphique 2) qui commence avec l'acquisition d'un *modèle numérique* tridimensionnel (1), dans un format compréhensible par la machine (2), ce modèle est divisé aux couches successives horizontales (3) ; l'épaisseur d'une couche peut être, par exemple, moins d'un millimètre. Le système de la *fabrication additive** fourni par ces données sert à construire des pièces en *ajoutant du matériau couche par couche* (4). Les *machines de fabrication additive** peuvent avoir une *chambre de fabrication** contrôlable ou un *plateau de fabrication** ouvert. Le matériau peut être directement déposé sur l'objet, ou l'énergie nécessaire peut être apportée dans la *zone de fabrication** pour solidifier le matériau ; les deux sont de toute façon apportés sur la *surface de fabrication**. Le mécanisme de manipulation de telles machines de fabrication est automatisé ; l'objet final est obtenu après l'ajout de la dernière couche, il aura alors besoin de *post-traitement** (5).

Au début, dans les années 1980, la qualité industrielle n'était pas la priorité principale de la *fabrication additive** ; on visait d'abord la simplicité et la rapidité pour pouvoir créer des *prototypes** dans les bureaux, d'où le terme *prototypage rapide**. Dès le début, ces machines ont servi à des concepteurs, pour faciliter leur travail et offrir la possibilité de créer spontanément et facilement des *modèles physiques* à partir de leurs dessins tridimensionnels numériques. Plus tard, des *prototypes** différents ont servi aussi pour des présentations commerciales ; l'apparence est alors devenue importante. Aujourd'hui, un seul prototype, fabriqué grâce aux méthodes de la *fabrication additive**, sert en plusieurs occasions, sans qu'on ait besoin de faire plusieurs prototypes, car certaines phases de conception sont des transferts numériques. Ces toutes premières techniques ont d'abord été appliquées dans des phases différentes du processus industrielle : dans l'*outillage**, dans le *prototypage rapide** et dans l'*usinage*, qui sont des manières de construire des objets, et de produire des outils pour des machines plus ambitieuses. Après, les *procédés de fabrication additive* sont adoptés à l'*outillage de production**, en parallèle à des *moules d'outillage*. Cette technologie a fini par se répandre encore aux autres phases du processus ; vers la fabrication des produits finaux. Pour pouvoir rivaliser la production industrielle, la *fabrication additive** devait aussi devenir plus rapide.

Pendant des années, les logiciels se sont développés et les ordinateurs ont accru leur capacité. Cela a rendu possible le développement de secteurs techniques exigeant ces mêmes capacités, comme la numérisation des géométries complexes et le traitement des données énormes (Big data). Les logiciels de conception CAO* ont aussi alors eu de nouvelles caractéristiques, qui servent à manipuler quantité d'informations et à se focaliser plus sur les détails, des informations obtenues soit par la manipulation de données, soit par la *digitalisation 3D**. Les dernières innovations de la numérisation et même des jeux de console peuvent servir à créer des systèmes automatiques utilisant des *techniques additives*. Les *machines de fabrication additive** appliquent diverses solutions technologiques ; en parallèle avec la construction linéaire, l'ajout de matériau est parfois non-linéaire. Ensuite, les machines sont spécialisées dans certains matériaux comme des métaux, des plastiques ou des céramiques qui peuvent se présenter sous forme liquide, fixée ou poudreuse. C'est bien l'apparition de la diversité de nouveaux matériaux qui a rendu possible la réalisation de détails miniatures à des objets. La structure d'une machine est en relation avec la taille de l'objet et le matériau utilisé. La qualité de fabrication des objets avec ces machines est diverse selon les prix d'équipement. Les nouveautés de l'informatique rendent possible le partage d'un nombre important d'informations par l'internet et la fabrication d'équipements plus efficaces et plus rapides.

Pendant les trois dernières années, le *hype* journalistique a changé la visibilité du domaine et aussi l'utilisation de termes professionnels – contre leurs volontés, des experts ont dû accepter l'apparition du terme *impression 3D**, utilisé dans les médias comme synonyme interchangeable au terme de *fabrication additive**. Celle-ci est dédiée traditionnellement aux *machines industrielles** d'un autre calibre que les *imprimantes 3D** de bureau. Cependant, l'utilisation du terme *impression 3D** demeure un peu vague. Originellement, ce terme est associé aux machines bon marché avec une faible qualité, ce qui reste aussi sa caractéristique principale. Il faut souligner que les *systèmes professionnels* sont encore beaucoup plus avancés dans la qualité que les *imprimantes 3D** vendues au public.

Aujourd'hui, la *fabrication additive** comprend un ensemble de technologies avec plusieurs adaptations différentes, dont certaines n'existent déjà plus et d'autres sont très récentes. Quand la technologie est devenue plus stable et fiable, de nouvelles innovations ont émergé. Le développement technologique de ce domaine est toujours rapide.

2.3 Aspects terminologiques

Dans la perspective terminologique, il y a constamment interaction soit entre des domaines connexes, soit autour même du développement pluridisciplinaire de technologies hors de leur domaine d'origine. Quand les changements sont multiples et rapides, la terminologie est en danger : elle s'étend trop et se disperse sans avoir pu se structurer suffisamment. D'où un défi terminographique pour catégoriser les termes et choisir les concepts les plus pertinents du domaine. Parmi cet ensemble de termes, il y a aussi des candidats, déjà liés à des applications techniques dans d'autres secteurs industriels : il faut éviter la confusion.

La plupart des termes techniques du domaine datent déjà du début des années 1990. Terry Wohlers a alors commencé son travail de recueil des informations sur les innovations techniques de ce domaine. Sous son autorité, une terminologie spécialisée a donc été établie. Mais plus tard, ce contrôle lui a échappé sous l'effet de la popularité de ces technologies (Source : Entretien initial avec la FIRPA, Helsinki, 8 novembre 2013). Terry Wohlers a néanmoins pu créer des contacts avec la plupart des entreprises du domaine, pour recevoir des informations confidentielles sur leurs innovations technologiques et sur leurs prédictions des marchés. (Source : Entretien avec la FIRPA, Turku, 7 février 2014) Depuis 1995, il a publié des rapports annuels sur l'état de l'industrie mondiale, sources fiables qui montrent aussi concrètement l'évolution des termes. Évidemment, le développement des équipements et des matériaux a eu des effets aussi sur la terminologie.

Année	Titre du rapport	Concepts
1996	Rapid Prototyping – State of the Industry	Rapid Prototyping
1997	Rapid Prototyping – State of the Industry	Rapid Prototyping
1998	Rapid Prototyping & Tooling – State of the Industry:	Rapid Prototyping, Rapid Tooling
1999	Rapid Prototyping & Tooling – State of the Industry:	Rapid Prototyping, Rapid Tooling
2000	Rapid Prototyping & Tooling – State of the Industry	Rapid Prototyping, Rapid Tooling
2001	Rapid Prototyping & Tooling – State of the Industry	Rapid Prototyping, Rapid Tooling
2002	Rapid Prototyping & Tooling – State of the Industry	Rapid Prototyping, Rapid Tooling
2003	Rapid Prototyping, Tooling & Manufacturing – State of the Industry	Rapid Prototyping, Rapid Tooling, Rapid Manufacturing
2004	Rapid Prototyping, Tooling & Manufacturing – State of the Industry	Rapid Prototyping, Rapid Tooling, Rapid Manufacturing
2005	Rapid Prototyping, Tooling & Manufacturing – State of the Industry	Rapid Prototyping, Rapid Tooling, Rapid Manufacturing
2006	Rapid Prototyping & Manufacturing – State of the Industry	Rapid Prototyping, Rapid Manufacturing
2007	State of the Industry	Additive fabrication, Rapid manufacturing
2008–2009	State of the Industry	Additive fabrication, Additive manufacturing, Direct part production
2010	State of the Industry	Additive fabrication, Additive manufacturing, Direct part production
2011	Additive Manufacturing and 3D Printing – State of the Industry	Additive Manufacturing, 3D Printing
2012	Additive Manufacturing and 3D Printing – State of the Industry	Additive Manufacturing, 3D Printing
2013	Additive Manufacturing and 3D Printing – State of the Industry	Additive Manufacturing, 3D Printing

Tableau 3. Titres des rapports de Wohlers.

Depuis 1997, un glossaire est inclus dans les annexes du *rapport annuel de Wohlers*, dont les titres et les tables des matières sont disponibles en ligne (<http://wohlersassociates.com/state-of-the-industry-reports.html>). Ses rapports montrent que le travail terminographique du domaine a été délibérément pensé en anglais, avec une recherche active de nouvelles expressions et un rejet déterminé de conventions périmées. La collaboration d'experts est effective dans les *rapports de Wohlers*, avec

des rédactions de nombreux spécialistes mondialement reconnus. Le nom du domaine est dans le titre de la plupart des rapports (voir le Tableau 3). Dans la colonne de droite, se trouvent des concepts qui représentent les titres des sous-sections principales.

Au début, il a été fait mention, dans ces différents titres, de *prototypage rapide** (*rapid prototyping**), car la motivation principale de l'époque était la conception des produits. Ensuite, l'*outillage rapide** (*rapid tooling**) est devenu une application pertinente, offrant des moyens plus économes pour la fabrication des outils. Les technologies se sont développées rapidement pendant ces années et sont arrivées à une telle maturité que l'occurrence *fabrication direct** (*rapid manufacturing**) apparaît dans les titres des rapports dès 2003. Entre 2006 et 2010, les titres ne signalent rien des objectifs du domaine. On peut considérer que la terminographie attend l'évolution technologique ; puis, probablement aucune des alternatives déjà existantes n'a fini par être en usage lors de cette période. Le concept est encore orienté plutôt vers la fabrication. Ce même titre est utilisé depuis 2010.

Les premières publications de fabrication additive, écrites en français, datent des années 1990 :

NONNENMACHER, François. 1993. *La stéréolithographie en question : rapport sur l'état du prototypage rapide en 1993 : perspectives et réalités d'une technologie qui se cherche*. Ed. F. Nonnenmacher, Paris, 1993.

BERNARD, A., G. Taillandier. 1998. *Le prototypage rapide*. Ed. Hermes, Paris, 1998

Sirris (organisation scientifique belge, www.sirris.be) a aussi produit des rapports en français, basés sur les *rapports de Wohlers*. Enfin, sur le site Internet de l'AFPR (www.afpr.asso.fr), il y a un guide de la technologie, de 2003.

En finnois, il n'y a qu'une seule publication sur le sujet (TEKES, 1997). En général, les publications scientifiques et techniques ne sont pas écrites qu'en anglais, donc les termes en finnois ne sont pas bien documentés, bien que les termes aient des équivalents oraux. Sur le site Internet de la FIRPA (www.firpa.fi), il y a les principales recommandations sur les termes en finnois du nom domaniale à l'usage professionnel.

2.3.1 Normalisation du domaine

La normalisation du domaine est en cours. Elle est principalement réalisée sous la direction des organisations de normalisation (l'*ASTM International** en anglais ; l'AFNOR en français) :

- L'*ASTM International** est une organisation mondiale, auparavant connue sous le nom d'American Society for Testing and Materials (ASTM) ; elle travaille pour atteindre un consensus sur des normes professionnelles volontairement formulées dans tous les niveaux technologiques, en constante évolution. Plus de 30.000 experts techniques sont membres de l'*ASTM International** et contribuent

au travail de l'application dans ses secteurs différents dont la fabrication additive. La norme *ASTM F2792* traite de la terminologie normalisée de la fabrication additive. La dernière version de cette norme (2013) liste sept catégories pour des procédés techniques.

- L'association *AFNOR* (Association Française de Normalisation, www.afnor.org) est un groupe international, dont un domaine de compétence est la normalisation technique et professionnelle. L'*AFNOR* a publié la norme française en 2011.

La normalisation du domaine essaie de trouver des conventions acceptables pour la manufacture industrielle et de répondre aux demandes industrielles par rapport à la qualité des produits. Les fabricants des machines sont aussi actifs dans ce travail de normalisation afin d'améliorer la qualité des procédés et de mieux structurer l'industrie. Le travail terminologique est considéré comme important pour l'évolution technologique de l'industrie. La normalisation de la terminologie est incluse dans ce travail de normalisation.

Les organisations de collaboration partagent activement l'information sur la fabrication additive. Elles participent aussi activement à la normalisation terminologique du domaine :

- La *GARPA** (Global Alliance of Rapid Prototyping Associations) (www.garpa.org) est une organisation mondiale dont les membres sont des associations nationales.
- La *FIRPA* (Suomen pikavalmistusyhdistys) est une association finlandaise du domaine, membre de la *GARPA**.
- L'*AFPR* (Association Française de Prototypage Rapide) est une association française du domaine, membre de la *GARPA**.

2.3.2 Avenir technologique

Les prédictions technologiques sont une source importante pour le travail terminographique : elles aident à évaluer quels termes sont centraux dans un domaine et à estimer des changements à venir. Le développement des innovations est rapide : de nouveaux termes ne cessent d'émerger, tandis que des termes plus anciens restent aussi encore en usage, s'enrichissant en même temps de significations nouvelles, et ainsi produisant un peu de confusion parmi les experts. Aujourd'hui, les innovations technologiques du domaine sont produites régulièrement ; il y a de la recherche sur des matériaux spéciaux, sur de nouveaux procédés et sur l'automatisation. À cause de la vitesse de ces changements, les experts ne veulent pas définir des termes trop exacts, basés sur une situation éphémère. Il faut laisser de l'espace aux nouveautés, aux méthodes encore à venir.

Les techniques actuelles sont focalisées sur la construction linéaire *couche par couche*. Cependant, les méthodes non-linéaires de l'*impression 3D** pourraient offrir plus de flexibilité et de vitesse. De plus, les innovations plus récentes traitent d'objets

multicolores et multimatériaux, fabriqués uniformément dans un même procédé, ce qui peut nécessiter aussi des changements terminologiques. On parle déjà de l'*impression 4D* : l'objet est produit d'une manière quelconque, change de forme après la fabrication, par exemple sous l'effet de la chaleur ou l'humidité, ce qui donne la diversification en comparaison de l'*impression 3D**. La *fabrication additive** offre des alternatives à la conception, qui peuvent seulement s'acquérir par de nouvelles manières de penser usant de créativité et d'ouverture. Dans la *fabrication conventionnelle**, les caractéristiques physiques imposent des limites, tandis que la *fabrication additive** offre la liberté de la forme et de la géométrie pour la conception des produits.

Les prédictions optimistes parlent de changements économiques et d'alternatives à la production industrielle. Certains prédisent qu'on pourrait bientôt envoyer ses propres *dessins 3D* au *fournisseur de service 3D* et recevoir des produits particuliers, indépendamment de la localisation de ce fournisseur. Toute la société changerait profondément, si ces prédictions se réalisaient. Chacun pourrait avoir sa propre *imprimante 3D** à la maison ; en 2014, les premières sont déjà sur les marchés. Cependant, une telle image, médiatisée, optimiste, oublie les défis technologiques, le problème de la qualité des produits, et la complexité de la manipulation des *dessins 3D*.

En somme, la *fabrication additive** est principalement considérée comme une bonne alternative, quand la réalisation de conceptions complexes avec des *technologies conventionnelles* est impossible. Les *adaptations hybrides* sont générales aussi, ce qui confirme qu'il y a de la place pour toutes les méthodes, conventionnelles ou additives. On prédit que la *fabrication additive** sera plus utilisée dans les productions du futur. Pour pouvoir réaliser visions et objectifs, le partage de l'information jouera un grand rôle, ainsi que l'interaction ouverte. Par rapport aux évolutions du domaine, présentes et à venir, le traitement terminographique reste un vrai enjeu social.

3 Mise en perspective terminologique

Ce chapitre se concentre sur les phénomènes changeants des terminologies spécialisées. Quand le domaine spécialisé est autant interdisciplinaire, la collaboration avec des experts devient essentielle pendant le processus terminographique. Ces aspects sont traités séparément.

3.1 Recherche terminologique

...les volets appliqué et théorique de la terminologie ... respectivement terminographie et terminologie. La terminographie regroupe les diverses activités d'acquisition, de compilation et de gestion des termes. La terminologie se penche sur les questions fondamentales que soulève l'étude des termes et propose un cadre conceptuel pour les appréhender. (L'Homme, 2004:15)

La recherche terminographique s'est traditionnellement concentrée sur la conceptualisation contemporaine. Il n'y a pas eu autant de recherche terminologique en diachronie. Notre étude s'efforce, malgré tout, de combiner les deux aspects de la *diachronie* et de la *synchronie terminologiques*. Ces perspectives terminographiques sont imbriquées : elles sont souvent inséparables dans la terminologie spécialisée ; l'étude diachronique nourrit le travail synchronique, car le domaine contemporain hérite ses termes des technologies d'avant. Souvent, la vision d'une terminologie parfaite reste irréalisable, en particulier s'il s'agit d'un changement rapide au sein du même domaine avec de nombreuses innovations, puis des emprunts, comme dans le cas de la *fabrication additive**. Le corpus trilingue diachronique extralinguistique, vaste et interdisciplinaire, a apporté le besoin d'analyser plusieurs aspects, comme la *variation terminologique* et des effets d'une *langue pivot*. Ces concepts centraux, qui ont guidé notre travail, sont montrés dans le tableau suivant (4).

Diachronie terminologique	Synchronie terminologique
Domaine interdisciplinaire, collaboration d'experts, circulation des termes, langue pivot	Glossaire – Candidat terme
Changements (socio)-technologiques, extralinguistiques – Variation terminologique, synonymie	Normalisation
Innovations – Néologismes, emprunts	Unidimensionnalité et multidimensionnalité
Évolution linguistique – Vulgarisation	Conceptualisation, terminologie descriptive socio-cognitive

Tableau 4. Concepts centraux de la terminologie spécialisée.

La théorie et les méthodes terminologiques se sont développées originalement pour servir aux domaines techniques qui ont trouvé nécessaire de systématiser et de contrôler leurs termes et de créer des normes terminologiques (Nuopponen, 1999). À

cause des dépendances *extra-linguistiques*, le terme *terminologie spécialisée* est préféré à celui de *terminologie professionnelle*. (Yli-Jokipii 2004) La terminologie spécialisée a ses conventions et ses définitions, bien établies dans un contexte limité. Dans les discours techniques professionnels, qui prennent compte de tout le contenu technique, sans faire de distinctions rhétoriques, il y a plusieurs mots et termes qui n'existent pas ailleurs ou pour lesquels la *signification* est différente de la *langue standard*. Parfois, la décision contextuelle est basée seulement sur l'interprétation d'un terminologue. Les terminologues approchent l'*analyse conceptuelle* d'une manière expressive, par l'interprétation des textes ; les experts des domaines spécialisés, quant à eux, se focalisent principalement sur les *concepts* et leurs *significations*. (Nuopponen, 2003) Très souvent, les termes qui peuvent paraître ambigus et vagues pour un terminologue peuvent être identifiés comme « en évolution » et donc intéressants pour les chercheurs (Condamines, 2011 : 267).

3.2 *Synchronie et diachronie*

L'évolution des termes se focalise donc sur des aspects *diachroniques*, *socio-cognitifs* et *extra-linguistiques*. Ces perspectives sont des indicateurs de l'interdisciplinarité et de la pluridisciplinarité qui sont présentes dans la recherche terminographique. En revanche, la compilation du glossaire est principalement basée sur des aspects *synchroniques* et *conceptuels*. Selon Nuopponen (1999), la théorie terminologique est basée sur trois principes : le *terme*, le *concept* et la *signification*, qui forment la base classique de *conceptualisation*. En général, sont recherchées la concision, la précision linguistique, la motivation, la *monosémie* (idéalement) et la capacité à produire des *dérivatifs*. (Dubuc, 1997) Pourtant, selon Temmerman (2000) et Van Campenhoudt (1996), cette perspective est liée à la *terminologie traditionnelle* viennoise, dans laquelle, la motivation est principalement de clarifier les termes à l'aide de concepts (Nuopponen, 2003).

En même temps, le travail terminologique a rendu vers la *conception de B.C.T* (bases de connaissances terminologiques) qui donne des outils informatiques pour trouver des relations notionnelles des termes (Van Campenhoudt, 1996). La *B.C.T* est utilisé dans la *terminologie sociocognitive*, qui observe la terminologie de spécialité à partir de formes *extra-linguistiques*, de leurs significations et de leurs équivalents conceptuels en différentes langues (Nuopponen, 2003). Aujourd'hui, en langue de spécialité, la prise en compte de la dimension diachronique et de l'évolution des terminologies se manifeste principalement à travers trois approches : l'étude de la *néologie*, l'implantation terminologique (dont la mesure est appelée *terminométrie*) et la *terminochronie*, ou « l'étude de l'évolution des termes et des terminologies », qui s'inscrit dans des

propositions émergentes d'automatisation du repérage de l'évolution. (Picton, 2009 : 27). Dans l'usage des méthodes outillées, le repérage des termes synchroniques est confiée à un extracteur de termes qui propose une liste de *candidats termes* trouvés dans le corpus ; elle sert à la sélection de termes finaux du glossaire. (L'Homme, 2004 : 49)

Les perspectives synchronique et diachronique ne forment pas une opposition dichotomique ; elles sont des abstractions méthodologiques nécessaires pour mener à bien des observations linguistiques. La première, la perspective synchronique, se focalise sur les modifications dynamiques minimales dans un même état de langue, tandis que la seconde, la perspective diachronique, étudie les grandes différences entre des états successifs d'une langue pour en décrire l'évolution. Le changement diachronique devient visible quand deux états terminologiques sont comparés l'un à l'autre. (Häkkinen, 2013). De fait, la *diachronie* est la perspective privilégiée pour observer le changement. (Picton 2009 : 62) Bien qu'on ne puisse pas les séparer strictement, la comparaison des différents états d'une langue est cependant inévitable, ce qu'on peut conclure aussi de la citation d'une phrase de Feuillard qui affirmait que :

La synchronie dynamique repose sur la coexistence éventuelle d'usages différents d'une entité dans le discours, à un moment donné. (Picton, 2009 : 63)

Alors, pour rester objectif, il faudrait comprendre que des termes anciens sont des réflexions relatives aux circonstances d'un moment passé, sans mélanger les significations qui seraient causées par un développement possible. En diachronie, on ne peut pas mesurer la relativité de ce « rétro-diagnostique », donc l'interrogation des experts est plus difficile, car l'expert doit porter un regard sur l'histoire et l'évolution des connaissances dans son domaine, en sollicitant son sentiment personnel. (Picton, 2009 : 307) Originellement, la *variation chronologique dénomminative* est associée à ce progrès cognitif. Les différences chronologiques sont complexes, car le changement diachronique est souvent aussi considéré comme *variation conceptuelle*. La terminologie textuelle impose donc de révéler des termes en accédant au *concept*. Cette démarche textuelle, appelée *sémasiologique*, implique de considérer le concept comme une construction de diverses parties qui appartiennent à plusieurs entités et non seulement comme une seule entité préexistante (Picton 2009 : 48). Enfin, la dimension diachronique peut faire partie de la comparaison de deux ou plusieurs langues, car les *équivalences conceptuelles* sont transmises, empruntées ou créées à certaines périodes. « La *socioterminologie* se fixe, comme objet d'étude, la circulation des termes en synchronie et en diachronie, ce qui inclut l'analyse et la modélisation des significations et des conceptualisations ». (Gaudin 2005)

3.3 Interdisciplinarité et circulation des termes

La motivation pour le travail terminologique est toujours d'améliorer la communication des experts au sein d'un domaine. L'interdisciplinarité des domaines traite de la communication entre des experts du même domaine et entre experts de domaines connexes, ainsi que l'interaction entre experts et non-experts. La circulation des termes, elle, traite des sciences, qui empruntent des concepts à d'autres sciences, connexes ou non. La circulation diachronique est aussi possible. Temmerman (2000) parle, dans ce cas, de *terminologie sociocognitive* qui permet de considérer la langue, le monde et la pensée comme un ensemble inséparable, la langue fonctionnant comme un outil de compréhension et communication. L'analyse de l'évolution d'une langue scientifique montre que « les termes sont nomades, qu'ils circulent entre les différents domaines scientifiques ». (Dury, 1999) De fait, les changements sociologiques et technologiques influent sur les termes. Ainsi, on peut « mesurer l'impact d'une situation interdisciplinaire sur la terminologie d'un domaine » (Condamines 2011). Par exemple, des caractéristiques sociocognitives ont des effets plus rapides sur les termes que des caractéristiques conceptuelles ou linguistiques. L'interdisciplinarité et la circulation sont en relation l'une avec l'autre, parce qu'ils sont la source véritable des nouveaux termes.

Pour clarifier des objectifs interdisciplinaires, entre autre, Suonuuti (2006) donne les conseils suivants pour le travail terminologique : selon cet auteurs, il faut limiter clairement le domaine, focaliser son travail sur les besoins des destinataires, sur les évaluations réalistes des sources disponibles et sur les circonstances associées au travail terminographique. Ces instructions sont claires pour des domaines stables, mais un nouveau domaine spécialisé peut aussi intégrer certaines caractéristiques de plusieurs domaines plus anciens. Ainsi, des concepts peuvent avoir diverses significations. À cause de cette interdisciplinarité grandissante, il est souvent compliqué, sinon impossible, de préciser ce qui sépare deux domaines ou quels sont les besoins des destinataires. Enfin, comme le souligne Cabré (1998 : 256), il n'est pas non plus facile de reconnaître des termes spécialisés, lorsqu'ils sont utilisés dans des contextes banalisés.

La volonté de comprendre et structurer la réalité est la motivation pour la classification des termes. (Nuopponen, 2003) Méthodologiquement, il est important d'essayer de trouver des définitions univoques pour des concepts et des termes pour les distinguer l'un de l'autre, ou les distinguer de concepts proches (Nuopponen, 1999). Néanmoins, un concept n'est pas une entité stable et immuable, même s'il est caractéristique d'une discipline scientifique en particulier. La plupart des concepts changent et se modifient au gré de leur utilisation dans les discours, de leur adoption par différentes disciplines scientifiques, surtout si on les observe d'un point de vue diachronique. (Dury, 1999)

Dans un glossaire, il existe des concepts uniques, propres à un domaine donné, ou des concepts partagés, ou des concepts empruntés à un domaine proche. Cependant, la durée de vie des *emprunts* est assez limitée même dans la langue courante (Guide, 2014) ; il faudrait mieux éviter des emprunts ; au mieux, il est plus acceptable de réutiliser et dénommer des termes déjà existants et partagés par plusieurs domaines (Suonuuti, 2006).

C'est nécessaire de considérer la circulation langagière comme une évolution positive et de l'utiliser pour obtenir plus de variation dans les terminologies. Ainsi, il est utile de noter que la constitution d'un corpus peut être enrichi par des approches traitant de la *vulgarisation* et du continuum discursif du domaine. Le choix de l'intervalle pendant lequel il est possible d'explorer l'évolution est une question difficile, dans la mesure où la vitesse de l'évolution d'une langue est peu prévisible, et où les changements techniques d'un domaine sont plus ou moins rapides. S'il s'agit d'un domaine récent, avec vraisemblablement beaucoup de *néologismes*, des intervalles courts de quelques années sont recommandés pour l'observation. (Picton, 2009 : 66) Il est possible d'imiter et d'adopter des termes d'autres langues ou d'autres disciplines, en modifiant le sens ou la signification originale, ce qui déjà encourage la propagation dénomminative. (Freixa, 2006 : 63) Donc, la circulation des termes ne devrait pas être réduite trop strictement pendant l'évolution terminologique (Delavigne, 2003 : 89). De cette façon, un concept peut devenir un véritable instrument d'innovation, de création scientifique, justement parce qu'il peut circuler et contaminer différents domaines spécialisés, et en même temps, ouvrir de nouvelles perspectives technologiques (Dury, 1999).

3.3.1 Collaboration, corpus et continuité

La collaboration et l'activité entre experts et autres terminologues est essentielle pour obtenir et développer une terminologie valide et activement utilisée. (Condamines, 2011) Pour obtenir une collaboration avec des critères issus d'une « communauté discursive » (Yli-Jokipii 2004 : 86), la communication entre experts nécessite des cibles communes, aussi bien que des moyens précis pour communiquer effectivement et pour partager et évaluer l'information ; on peut aussi faire des présomptions au niveau des compétences des uns et des autres ; enfin un ou plusieurs genres textuels peuvent être utilisés par cette communauté.

Selon Gaudin (2005) et Cabré (2010), le travail d'un terminologue doit porter sur des termes acceptés et utilisés parmi les experts du domaine, dans le dialogue professionnel établi entre eux, ce qui souligne que la communication est améliorée d'une volonté délibérée et concertée des experts. C'est-à-dire que les termes d'un glossaire peuvent être seulement des recommandations, basées sur un corpus assez

vaste, permettant de choisir et de créer plus de termes. Ce sont des experts qui ont la responsabilité de prendre les termes en usage et de faire les choix du lendemain. Il faut remarquer que des définitions trop strictes de termes ou des termes propriétaires d'une entreprise, qui ne se répandent pas ailleurs, n'aident pas à achever la cohérence terminologique. L'observation des langues de spécialité doit donc partir des textes produits ou utilisés par une vaste communauté d'experts (Picton, 2009). Par exemple, le choix du corpus doit tenir compte des documents révisés par les experts eux-mêmes. En créant un glossaire de langue spécialisée, des experts peuvent aider à différentes phases du travail, par exemple pour valider les termes et concepts. Quand le thème est étroit et le nombre des utilisateurs restreint, il est plus facile d'achever un consensus rapide au sujet de la conceptualisation et de la dénomination, indépendamment de la vitesse du progrès de développement du domaine. (Freixa, 2006 : 56) Autrement dit, la collaboration avec des experts donne des résultats durables (TSK, 2013).

Au milieu de changements rapides, la méthodologie utilisée dans la recherche terminologique privilégie le texte écrit et la représentation d'une *langue soutenue*. Le discours spécialisé est basé sur « des unités discursives, pour communiquer, interagir et transférer des connaissances des experts » (Cabré, 2010) : des formes conventionnelles influencées par la spécialité, par la diversité textuelle, par le sujet dont on traite, par la traduction, puis par les objectifs et les fonctions de discours qu'il remplit. (Desmet, 2006) Également, les habitudes stylistiques peuvent être catégorisées de la manière suivante : « le degré d'abstraction recherché, la façon naturelle/artificielle d'utiliser les éléments et la syntaxe, le milieu ou le type de spécialité et les participants » (Desmet, 2006 : 237).

Linguistiquement, les termes sont des unités lexicales avec une valeur spécialisée dans certains contextes *pragmatiques* et *discursifs*. Ensuite, cognitivement, les termes sont constitués d'unités conceptuelles ; ils reflètent ainsi des unités conceptuelles pour représenter des connaissances dans un domaine donné. Dans le travail d'un terminologue, ces deux approches sont imbriquées : du concept vers le signe (démarche onomasiologique) et du signe vers le concept (démarche sémantologique). L'un objectif du travail terminographique est de rendre l'apprentissage plus efficace, Il faut pouvoir ainsi atomiser des connaissances en unités particulières. À son tour, cette terminologie cohérente aidera un utilisateur à son tour d'atomiser l'information lors de son apprentissage. (Silvia, 2011). Ces aspects cognitifs sont utiles dans le travail terminographique. Il faut alors fixer qui va l'utiliser, combien de termes et de langues il va contenir, quelles données vont être pertinentes, en prenant compte toujours des besoins d'utilisateurs. (TSK, 2013) Un glossaire peut clarifier des cibles technologiques d'experts.

Pour rester vivante, une terminologie doit continuer son développement en lien aux raisons technologiques et sociales. Cela n'empêchera pas de surveiller et de réviser des normes plus tard, pour que la terminologie reste uniforme et utilisable. (Nuopponen, 1999) Le manque d'intérêt vers la langue de spécialité, au sein des pratiques langagières d'une langue, est affaiblissant (Humbley, 2012) ; des expressions dépassées et non-actuelles peuvent rester dans un glossaire. Même la norme, qui est formulée pour stabiliser le développement, a besoin de rénovations régulières. (Condamines, 2011) Les spécialistes peuvent dire leurs préférences aux organismes de normalisation, et de cette façon, par exemple, faire disparaître des termes peu pertinents qui ne sont pas porteurs d'un nombre suffisant d'information (Cabré, 1998). Ainsi, la normalisation ou l'harmonisation des terminologies ne va jamais être définitive, car les domaines se développent sans cesse, produisant toujours des nouveaux concepts. (Nuopponen, 1999)

3.3.2 Dépendance de la langue pivot dominante

Aujourd'hui, l'anglais domine, en tant que langue des sciences et des technologies. La conceptualisation et la dénomination des nouvelles catégories sont faites d'abord en anglais. Cela influence aussi les experts d'origines diverses, de sorte que le rejet de leurs propres langues internationales est visible parmi certains chercheurs, sous la pression de reconnaissances et de meilleures options professionnelles. Il leur faut des publications en anglais même dans les pays non-anglophones. Cela devient plus concret dans un domaine qui évolue rapidement, comme la *fabrication additive**, domaine déjà traité en langue anglaise ; mais en même temps, le domaine manque aussi de termes stabilisés dans le discours d'experts non anglophones. Néanmoins, en écrivant des textes dans sa propre langue, l'expert devrait réfléchir des termes à des innovations possibles et à des théories technologiques pertinentes. (Nissilä, 2013) Cependant, le manque ou la moindre communication scientifique, dans sa propre langue, peut en inhiber le développement terminologique. Personne ne critique le système à haute voix même s'il empêche l'expression langagière que chacun peut achever seulement en utilisant sa langue native. Une terminologie n'existe pas sans utilisateurs, qui ont besoin de soutien pour l'usage de leur propre langue maternelle. Le travail terminologique est un challenge pour les langues mineures, et en même temps, un outil statutaire dans le discours entre experts. (Humbley, 2012)

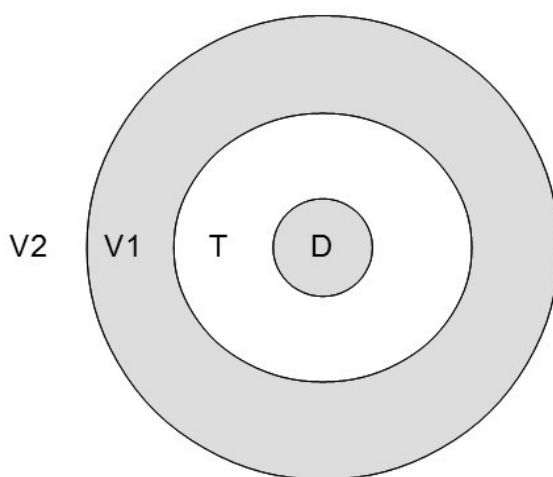
On peut en conclure que les terminologies d'autres langues sont fortement influencées par la langue pivot, quand il y a, dans ces autres langues, plusieurs termes qui sont simplement des *emprunts* ou des *traductions littérales* (Temmerman, 2000). La dépendance terminologique des langues signifie que l'une exporte des termes ou des

structures terminologiques vers les autres, qui tendent à adopter toutes les caractéristiques linguistiques moins naturelles sans critique, spécialement au début du processus. Souvent les choix ne sont plus aussi clairement effectués dans les terminologies stabilisées, ce qui démontre que la terminologie émergente, en particulier, imite très strictement la langue d'export. (Humbley, 2012)

Autrement dit, l'usage des emprunts, en parallèle avec des formes indigènes, reflète un phénomène *socio-* et *psycholinguistique*. Pourtant, des vrais *emprunts directs* sont souvent limités à quelques acronymes centraux (Humbley, 2012). La motivation pour ces choix sont soit le prestige de l'anglais, soit l'efficacité en communication internationale. (Freixa, 2006) L'utilisation surfaite des emprunts est basée sur la supposition qu'un emprunt serait un ensemble complet et unique d'informations. Néanmoins, cela n'est pas le cas dans la langue source. Toutes les langues ont le potentiel nécessaire pour couvrir leurs besoins terminologiques (Temmerman, 2000). Ce potentiel n'a pas été appliqué systématiquement dans l'évolution des dénominations, parce que l'objectif est généralement lié à la description des connaissances en langue de spécialité (Picton, 2009).

3.3.3 Vulgarisation

D'un point de vue linguistique, la spécification des termes ne peut pas être basée sur les unités *sémantiques* ou *syntactiques*, mais sur le contexte et le niveau de la *vulgarisation* comme visualisé au Graphique 5.



Graphique 5. Perspectives de vulgarisation.

Au début, les termes spécifiques sont principalement utilisés par les chercheurs d'un domaine précis (D), avant qu'ils se répandent dans l'usage des autres experts. Le discours des chercheurs suit des habitudes différentes de ceux des experts de

l'industrie. Après, ces termes *se vulgarisent* dans l'usage professionnel, avant le travail terminologique intentionnel (T). Certains termes peuvent avoir un sens clair parmi des experts, sans besoin de les ajouter à une terminologie spécialisée. Puis, ces termes deviennent connu du public (V1), qui est la définition primaire de la vulgarisation, en se figeant dans un usage (V2) : ils sont bien mieux connus et plus utilisés dans un discours quotidien. Sont alors déterminées des significations dans la collaboration d'experts d'origines diverses, dans leurs négociations discursives où la problématique de la vulgarisation est présente (Delavigne, 2003) : il faut qu'ils comprennent les termes de même façon. La *vulgarisation* peut être considérée comme un processus intentionnel où on essaie d'enrichir le discours avec des termes qui sont plus faciles à visualiser que les termes originaux ou les emprunts, spécialement quand on recueille la terminologie d'un nouveau domaine spécialisé. Dans cette phase de l'évolution terminographique il y a aussi une tendance intuitive/naturelle à polariser les significations professionnelles et vulgarisés (Silvia, 2011), à les distinguer.

Les experts peuvent rencontrer parfois une situation où il n'existe pas de termes utilisables dans leurs discours techniques (Nuopponen, 1999) ou qu'aucun des termes utilisés n'a obtenu le vrai statut de terme ; c'est le *rôle de l'hapax* (Mejri, 2005). Les raisons peuvent être les suivantes : soit les termes normalisés n'existent pas, soit les spécialistes n'utilisent pas ces termes dans leur communication professionnelle, soit ils empruntent systématiquement (Cabré, 2010). À cause de l'évolution diachronique des significations terminologiques, parfois une forme inacceptable peut être rejetée tout en étant solidement établie dans l'usage. (Cabré, 1998)

La circulation des vocabulaires qui existent dans les langues spécialisées touche également les textes de vulgarisation, donc les textes à destination d'un public non averti. Quand le domaine est à la mode, ceci ne fait qu'accélérer le passage d'un grand nombre de ces termes vers le public non spécialiste. (Dury, 1999) On peut parler d'un style de vulgarisation médiatique, dont l'objectif est de simplifier et de concrétiser les concepts par des *euphémismes* et de trouver des connotations visuelles, de les rendre facilement compréhensibles. En même temps, avec ce genre de techniques textuelles on essaie de partager l'information avec le grand public. Ce type de vulgarisation pourrait être utile aussi pour les experts, pour partager l'information du domaine en rendant les termes plus ordinaires dans le discours des non-spécialistes. Pour avoir des possibilités d'influencer la parole du spécialiste devant un public, les experts devraient y participer activement. Les termes, définis en langue maternelle, sont nécessaires dans cette phase (Nissilä, 2013), plutôt que des formes empruntées. Sans de telles explications concrètes et visuelles, vulgarisées, la terminologie pourrait rester opaque pour les destinataires. (Delavigne, 2003)

3.3.4 Néologie

Les *néologismes* (ou *néonymes*), représentent des concepts émergents (Dubuc, 1997). Généralement, ils sont nombreux en terminologie spécialisée, bien qu'ils soient utilisés seulement après examen de toutes les autres options pour trouver le terme. (Cabré, 2010). Le manque de stabilité conceptuelle est normalement associé à l'instabilité dénomminative. Celle-ci peut être due à une définition imprécise du concept, laquelle est, à son tour, lié au nouveau vocabulaire non-fixé. (Freixa, 2006 : 64) Les imprécisions impliquent souvent un changement terminologique rapide. En effet, l'utilisation moins fréquente des termes, aussi bien que la rareté des sources discursives du domaine en question sont des indicateurs de la *néologie* (Dubuc, 1997). Alors, les néologismes n'apparaissent pas très fréquemment au discours. Ils ne sont pas nécessairement identifiés comme tels par les *outils d'extraction*, dont les critères sont pourtant basés sur la fréquence des termes. (Pecman, 2012)

La variation néologique peut avoir au moins deux fonctions dans le discours scientifique : une rhétorique et une cognitive. Elle permet le renouvellement de la terminologie. (Pecman, 2012) Ces deux fonctions sont donc prioritaires sur une quelconque dénomination. Idéalement, les *néologismes* sont transparents et stables ; ils remplacent parfois des formes inadéquates ; ils ne doivent pas avoir de connotations négatives ou commerciales, ni d'autres associations inconvenantes. (Cabré, 1998) La mémorisation facile d'un néonyme augmente ses chances d'être adapté (figement (Mejri, 2005)).

Deux situations néologiques particulières ont des effets sur la communication :

...la première lorsque deux ou plusieurs dénominations désignent une seule notion (*polysémie*) ; la seconde lorsqu'une langue de spécialité ne possède pas la dénomination nécessaire pour exprimer une notion. Dans le premier cas, afin d'assurer une communication précise, les variantes concurrentes aussi bien que les synonymes sont simplifiés ou réduits à une seule forme ; dans le second cas, on doit créer une nouvelle forme de dénomination pour exprimer la nouvelle notion. (Cabré, 1998)

La création de nouvelles formes est liée à deux situations principales, selon le *modèle de néonymie de Rondeau* : quand il y a de nouvelles innovations et quand il faut trouver des termes équivalents pour des innovations qui ont déjà un nom en une autre langue. (Humbley, 2012) La proximité culturelle est souvent la raison pour préférer les formes linguistiques d'une autre langue, aussi bien que pour l'augmentation du nombre des variantes. En terminologie spécialisée, la proximité technologique est plus importante que la proximité linguistique. Pour promouvoir de nouveaux termes, souvent, les *néologismes* sont proposés pour le remplacement des emprunts et de cette manière, ils pourraient favoriser la *langue maternelle*. Cela est typique, quand il existe le besoin d'enrichir la terminologie. Ensuite, on peut aussi emprunter des nouveaux mots qui sont

originellement des synonymes de premiers emprunts dans la *langue pivot*. (Freixa, 2006) La rapidité des changements encourage le renouvellement terminologique, en ralentissant la fixation des termes (Silvia 2011). La néologie reflète ainsi l'évolution, les particularités et l'état des développements technique et culturel d'une société (Cabré, 1998 : 258). Souvent, l'introduction des nouveaux termes acquièrent plus de visibilité parmi des experts, si ces méthodes sont utilisées intentionnellement pendant le processus terminographique.

3.4 Variation terminographique

Généralement, la variabilité peut être considérée comme un développement positif et créatif d'une langue spécialisée. Selon Gambier (2010), la variation terminologique peut être expliquée partiellement par la discipline du chercheur ou par le but de la recherche. On peut traiter la variation dans des perspectives différentes : sémantique, discursive et sociale.

A term variant is a form that is semantically and conceptually related to the main term. This definition is key to understanding terminological variants not as total synonyms, but rather as instances that are semantically and conceptually similar to the main term and that are activated in a situated manner. (Tercedor, 2011 : 183)

La variante d'un terme est associée au terme principal *sémantiquement* et *conceptuellement*. Cette définition est la clé pour comprendre que les variantes terminologiques ne sont pas des *synonymes purs* ou *réels*, mais plutôt des instances qui sont *sémantiquement* et *conceptuellement* proches du *terme principal* et qui sont activées d'une manière particulière. (Ma traduction)

La pertinence de la variation dans un domaine de spécialité, indique que le renouvellement terminologique peut être intentionnel, la variation étant un outil, pour obtenir des résultats cognitifs.

Research in specialized communication has demonstrated that terminological variation is a common phenomenon that deals with the different ways of naming the same concept, with the resulting conceptual, social, and pragmatic nuances. (Tercedor, 2011)

La recherche sur la communication spécialisée a démontré que la variation terminologique est un phénomène commun qui traite des différentes façons de nommer le même concept, résultant de nuances conceptuelles, sociales et pragmatiques. (Ma traduction)

La variabilité est une caractéristique de la terminologie active :

Nous définissons la variabilité comme la capacité de toute langue naturelle de produire de la variation lorsqu'elle s'actualise en discours. La variation, sous toutes ses formes et à tous les niveaux ou plans d'analyse linguistique, est en quelque sorte la conséquence directe de la variabilité, inhérente à toute langue naturelle. (Desmet, 2006 : 236)

Classification des causes de variation (Freixa, 2006)	
Dialectale	Différences géographiques, chronologiques (diachroniques), sociales

Fonctionnelle	Variation en usage ; niveau de spécialisation
Discursive	Éviter la répétition ; créativité et expressivité; intensité et précision
Inter-linguistique	Besoin de nouvelles formes dénominatives (emprunts et néologismes)
Cognitive	Imprécision conceptuelle (ambiguïté), distance idéologique, différences dans la conceptualisation (motivation, connotation, point de vue)

Tableau 6. Classification des causes de variation.

Il y a plusieurs moyens pour éviter la répétition dans un discours technique. Pour observer le changement des termes et de leurs *significations*, il faut les saisir dans la langue de spécialité, pour rendre compte de leurs emplois (Desmet 2006). Des classifications *fonctionnelles*, *inter-linguistiques* et *cognitives* (Tableau 6) sont plus souvent dans des terminologies spécialisées. En revanche, des caractéristiques *dialectales* et *discursives* ne sont pas considérés aussi importantes. Les nuances affectives peuvent aussi créer des connotations non souhaitables. (Freixa, 2006 : 52-63)

Mécanismes du changement des termes	
Changement sémantique	
Adaptation	Nouvelle signification spécifique d'un terme
Expansion	Nouvelle signification étendue d'un terme
Métaphores	Nouvelle signification par l'analogie de forme, de fonction ou de position avec d'autres mots établis.
Éponymie	Noms propriétaires changés en substantifs
Métonymie	Référence d'un concept à un autre concept associé ; significations abstraite et concrète d'un seul terme.
Antonymie	Usage d'oppositions
Changement morphologique	
Suppression	Extraction des parties d'un terme
Composition	Par apposition, juxtaposition, composition, combinaison, mélange, abrègement, acronyme et initialisation
Conversion	Changement de classe grammaticale
Emprunts :	
Emprunt direct	Sans modification (citation)
Emprunt adapté	En modifiant l'orthographe ou la prononciation
Traduction littérale	

Changement par extraction	Suppression des syllabes d'un mot
Onomatopées et échos	

Tableau 7. Mécanismes du changement des termes.

Le Tableau 7 indique plusieurs mécanismes pour le changement des termes (Dubuc, 1997 : 134-137, 142-144 ; Guide, 2014 : 27-28). Les mécanismes qui permettent une modification des termes sont la *suppression*, la *substitution* et l'*insertion*. Ceux-ci peuvent se passer successivement lors d'un intervalle quelconque (Picton, 2009) : un terme peut devenir plus court, être remplacé par un autre et peut être amplifié des éléments morphologiques. Les changements *sémantiques* et *morphologiques* sont plus fréquents dans la langue spécialisée, que ceux par *extraction* (termes raccourcis) et d'*onomatopées*. L'*extraction* économise la langue, tandis que les *onomatopées* sont associées aux sensations. (Dubuc, 1997) L'*antonymie* est un changement *sémantique* assez simple et efficace. Par rapport aux mécanismes présentées au Tableau 7, il faut souligner, que les termes descriptifs qui sont produits avec le *vocabulaire courant* (arbre, branche, feuille, message) ou avec les termes courants techniques (technologie, procédé, processus, système, méthode) sont un exemple de *composition*. Ils sont typiques d'une terminologie savante. (Silvia, 2011) Un grand nombre des termes techniques en ont issus.

Les *systèmes conceptuels* doivent être définis séparément pour chaque langue. Après seulement, il est possible de comparer des termes et leurs *définitions* objectivement. La comparaison des termes multilingues dans un glossaire se rapproche de la *recherche linguistique contrastive*. Souvent, une ou plusieurs variantes peuvent servir aux formes de référence systématiquement, sans prendre compte des nuances ou des registres : le mélange de ces variantes dans le discours peut causer la confusion. (Cabré, 2010) Pour éviter cette confusion, il faut tenir compte que des sens concurrents ne soient pas trop proches et que deux significations différentes n'apparaissent pas dans le même texte. (Cabré, 1998) Dans un glossaire multilingue, existent des termes *avec des significations équivalentes*, ou des termes *partiellement équivalents* ou des termes *ouverts* (inexistants ou instables dans l'usage). Dans ce dernier cas, le terminologue doit trouver soit des *emprunts directs (citations)* ou *adaptés*, soit des *traductions littérales*, soit créer des *néologismes*, soit trouver des *explications correspondantes (euphémismes)* pour les concepts, pour remplir le glossaire, le rendre cohérent. (Kujamäki, 2013 : 364) Les *euphémismes* sont communs dans le cas de nouvelles terminologies, qui ont été construites d'emprunts. Ce processus a lieu pendant la création d'un glossaire, mais le travail terminographique le rend intentionnel.

Pendant le travail terminologique, il faut savoir traiter du *langage naturel* et créer des

termes clairs. Ainsi, les termes restent en usage plus longtemps, s'ils sont valides linguistiquement. Habituellement, les termes trouvent des formes selon des règles linguistiques, avec des dérivations typiques à toute l'évolution langagière. (Silvia, 2011) Les mécanismes que Dubuc (1997) donne pour le changement de termes peuvent également servir aux outils pour créer des *néologismes*. Quand est encouragée l'imagination, la terminologie devient plus riche. (Temmerman, 2000) Par exemple, en traversant les limites terminologiques et linguistiques par la mise en forme des *acronymes* ou des *imbrications* de plusieurs unités lexicales, on peut trouver des formes qui « jouent » avec des règles langagières de manière intentionnelle. (Mejri, 2005) Puis, la *dérivation impropre* brise les règles syntaxiques, par exemple, en privilégiant certains porteurs de sens (Guide 2014). Comme les *mots-valises* qui sont des *combinaisons* de deux ou plusieurs mots en un seul. Les alternatives plus rares sont la *recatégorisation*, le *transfert de classe* ou le *glissement de catégorie* (Sablayrolles, 2006). Néanmoins, la sélection des termes dans un glossaire devrait respecter la variation dénomminative des textes originaux de manière que toutes les variantes répertoriées aient la même valeur ; il faut tenir compte du *système notionnel et dénominatif* auquel le terme se rattache sans contrevenir aux règles, qui suivent d'autres unités du même domaine de spécialité. (Cabré, 1998)

L'organisation des termes en un glossaire peut également ajouter à la *cohérence* du travail, en particulier si l'organisation est alphabétique ou systématique, ou une combinaison des deux, et si elle est visualisée par des *schémas conceptuels* faits en parallèle. (Suonuuti, 2006) Avec la création d'un glossaire multilingue, l'objectif est de fournir des informations comparables entre les langues et de trouver des concepts équivalents entre elles. Les *schémas conceptuels*, permettent d'observer les duplications ou l'absence de termes pour les vérifier et corriger au plutôt. (Suonuuti, 2006) Ils aident aussi à formuler des *définitions* claires et distinctives pour de nouveaux termes à l'aide des termes déjà existants et d'autres attributs dans le corpus, et à distinguer les *synonymes réels*, les *homonymes* ou encore la *polysémie* d'un terme ; la synonymie et la polysémie ont un statut fonctionnel : la polysémie peut influencer la *terminographie* en rendant les *schémas conceptuels* visuellement moins faciles à comprendre. Selon Kujamäki (2013) et Van Campenhoudt (1996), les concepts sont toujours pris dans des *relations hiérarchiques*, *fonctionnelles* et *méronymiques* avec les moyens visuels *topologiques* et *terminographiques*. Normalement, les formes les plus adéquates s'établissent en usage, et en même temps, les *relations synonymiques* naissent automatiquement entre elles et aussi entre ses emprunts. (Freixa, 2006)

La cohérence indique une bonne structure des termes hiérarchisés aussi bien que l'existence des termes uniques. Parfois, la variation des termes produit des problèmes

de communication à cause de l'incohérence terminologique, qui en découle. Les raisons pour l'incohérence peuvent être : la multiplication des variantes, qui sont principalement des synonymes, les termes *polysémiques* et les concepts ambigus (Gambier, 2010). Bien que les variantes soient utilisées intentionnellement pour diversifier la terminologie, une stratégie claire est nécessaire. Une seule alternative optimale n'existe pas, car il y a souvent diverses adaptations d'une même technologie. Les compromis terminologiques ont lieu d'exister, en tout cas.

3.4.1 Classification des synonymes

En terminologie, la *synonymie* est définie comme une relation entre diverses dénominations d'un concept dans une langue particulière (TSK 36, 2006). Le travail terminologique traite des *vrais synonymes* ou des *quasi-synonymes*, c'est-à-dire de tous les termes qui peuvent se substituer l'un à l'autre, dans tous les contextes (*vrais synonymes*), ou se remplacer seulement dans certains contextes (*quasi-synonymes*). (Nissilä, 2013) Cependant, cette division n'est pas absolue, et il y a souvent des nuances dans des dénotations, des styles, des connotations, des significations affectives, et des contextes, même entre les *vrais synonymes* (Päiviö, 2007). Une classification des synonymes est présentée dans le Tableau 8, avec trois groupes principaux : les *vrais synonymes*, les *quasi-synonymes* et les *pseudo-synonymes*. Selon Dubuc (1997), les variantes forment une catégorie des synonymes ; en même temps Cabré (2000) et Gambier (2010) utilisent ces termes d'une manière inverse.

Classes de synonymes (Dubuc, 1997)	Causes de variation (Freixa, 2006) (voir Tableau 6)
Vrais synonymes	
Synonymes multidimensionnels (voir section suivante)	Fonctionnelle
Nom(s) d'inventeur inclus dans le terme	Cognitive
Emprunts	Inter-linguistique
Emprunts au latin ou au grec	Discursive / inter-linguistique
Néologismes et euphémismes	Inter-linguistique
Variantes	
Syntactiques	Discursive
Morphologiques	Discursive
Orthographiques	Discursive
Elliptiques	Fonctionnelle

Acronymes	Fonctionnelle
Quasi-synonymes (selon usage)	
Diachroniques	Dialectale /discursive / fonctionnelle
Professionnels	Fonctionnelle
Variation liée à la fréquence de l'usage	Discursive
Registres sociolinguistiques différents (variation diastratique)	Dialectale
Variations géographiques	Dialectale
Pseudo-synonymes	
Diversité du vocabulaire selon des zones langagières (variation diatopique)	Dialectale
Variation selon le point de vue	Cognitive

Tableau 8. Classification des synonymes.

Par rapport aux classifications du Tableau 8, dans les textes hautement spécialisés, d'un point de vue de la terminologie spécialisée, selon Dubuc (1997), les sous-groupes les moins pertinents sont les *emprunts au latin ou au grec*, les *quasi-synonymes* en relation avec les registres sociaux et géographiques, et les *pseudo-synonymes* de type *diatopique*. Par contre, les groupes les plus courants sont des *emprunts* à d'autres langues modernes, des *néologismes* et des *euphémismes*, des *variantes acronymiques* et *elliptiques*, ainsi que des *quasi-synonymes diachroniques* et *professionnels*, et des *pseudo-synonymes* associés aux domaines interdisciplinaires. La catégorisation la plus spécifique des *emprunts* est traitée parmi les mécanismes du changement, comme présenté au Tableau 7. Par rapport aux causes de variation, les *quasi-synonymes diachroniques* sont à la fois *fonctionnels*, *discursifs* que *dialectaux*, selon la perspective et l'interprétation. (Dubuc, 1997) Par ailleurs, les *euphémismes* ne sont pas considérés encore comme de vrais termes mais comme des *dénominations*. En produisant des *acronymes*, il est facile d'obtenir des équivalents conceptuels ; les formes courtes favorisent l'économie linguistique. (Freixa, 2006 : 61) Il y a encore une exception : c'est l'habitude de formuler les mots savants au modèle gréco-latin (Guide, 2014).

Dans la terminologie *sociocognitive*, on peut considérer des synonymes comme des aspects divers d'un même sujet, car les unités de compréhension sont structurées selon le niveau et le type de spécialisation. Fonctionnellement, soit les termes tiennent compte de la compétence des récepteurs, soit ce sont des *acronymes* pour remplacer les termes *multi-mots* et pour rendre la lecture ou l'adaptation plus efficace. (Tercedor, 2011) Enfin, cette approche cognitive permet d'inclure l'information extra-linguistique dans des unités, comme l'information diachronique et procédurale ; parfois même elle

permet d'inclure un supplément d'information ou quelque chose d'utile et de pertinent mais qui reste un peu en dehors du contexte. (Temmerman, 2000 : 228) De plus, il y a une autre division plutôt contextuelle, et aussi cognitive : la division entre termes *fonctionnels* et termes *perceptifs*. Les premiers donnent de l'information sur comment des objets et leurs utilisateurs interagissent avec le monde et comment les gens manipulent des objets. Les propriétés *perceptives*, par contre, comprennent l'information sensorielle touchant la taille, les formes et les couleurs des objets qu'on peut observer par la vision, l'ouïe, le toucher, le goût et l'odorat. (Tercedor, 2011)

3.4.2 Termes unidimensionnels et multidimensionnels

La *synonymie* et la *polysémie* ont leurs racines dans la compréhension diachronique des termes. En *synonymie*, il y a une utilisation parallèle de termes *indigènes* et *non-natifs*, aussi bien que de formes longues et courtes. Bref, souvent le travail terminologique est basé sur les classifications et conceptions préexistantes dans d'autres domaines (Nissilä, 2013 : 247), ce qui est une origine de la *polysémie*. Autrement dit, cette *terminologisation*, ou cette réutilisation de mots existants (Guide, 2014), favorise la *polysémie*. Les *synonymes multidimensionnels* présentent des caractéristiques différentes d'un concept (Dubuc, 1997). La cause de la *polysémie* est divisée en trois niveaux : le changement intentionnel de compréhension catégorique (conception), le changement de catégorie à cause d'une innovation technologique ou sociologique (création de termes), et le changement des moyens d'expression par rapport aux mécanismes plus lents de changement des langues. Ces trois raisons de la *polysémie* sont parallèles et interdépendantes. (Temmerman, 2000 : 129)

À l'opposé, se trouve la *monosémie*, traitant des termes *unidimensionnels*. Selon (Freixa, 2006) « un texte hautement spécialisé est normalement précis, concis et systématique ; la terminologie utilisée tend vers la *monosémie* et l'univocité ». Mais, il est inévitable que de nombreux termes possèdent plus d'une signification. La *monosémie*, objectif idéal de la terminologie, n'est pas généralement une solution absolue ; elle fait face à la *polysémie* (Sablayrolles, 2006).

Multidimensionality is a phenomenon of classification that arises when a concept can be classified in more than one way (i.e., in more than one *dimension*), depending on the conceptual characteristic that is used as a basis for the classification. (Bowker 1996 : 37)

La multidimensionalité est un phénomène de classification. Il s'agit d'un concept qui peut être envisagé de différentes façons (selon plus d'une perspective), suivant la caractéristique conceptuelle qui est utilisée comme base de classification. (Traduction par Dury (1999))

Partant de cette définition, la *multidimensionalité* traite des termes avec des définitions multiples, donc des termes *polysémiques*. La classification d'une telle dénomination est

compliquée, car certains attributs en commun sont partagés par deux ou plusieurs *concepts*. (TSK 36, 2006) La problématique est qu'on peut estimer la *signification* seulement selon le contexte, ce que nécessite la perspective discursive. Les ambiguïtés sont levées, si l'analyse terminologique ne porte pas sur les termes en discours, c'est-à-dire ne sont pas contextualisés, mais sur les seuls critères linguistiques : *lexical*, *syntactique*, *sémantique* et *pragmatique* (Desmet, 2006). Le changement constant amène à penser que la *multidimensionalité* est un concept clé dans la terminographie, un phénomène dynamique et situé, soulignant des dimensions particulières d'un concept. (Tercedor, 2011)

4 Méthodologie

Notre projet est basé sur une division originale en deux tâches : l'étude de l'évolution terminologique et la compilation d'un glossaire trilingue.

La collaboration avec des experts joue un rôle important ; ils ont amené le corpus primaire imprimé, ce qui a eu des effets méthodologiques, et ils ont révisé, en validant ou non, les choix des termes sélectionnés. La terminologie publiée n'existe pas encore en finnois, ce qui a eu des effets sur notre sélection.

Ce chapitre commence par une description du public cible et des limitations du travail, suivi des définitions des corpus synchronique et diachronique. Ensuite, nous présentons nos méthodes de travail avec le recours à des entretiens, des correspondances et une enquête. Puis, nous expliquons les arrangements des deux tâches, avant de noter l'analyse conceptuelle utilisée et de préciser des conditions de la publication du glossaire.

4.1 Cible

Le travail a commencé en contactant des experts de la *FIRPA* (Finnish Rapid Prototyping Association, Suomen pikavalmistusyhdistys, www.firpa.fi), à l'université Aalto de Helsinki. La *FIRPA* est le client pour notre glossaire trilingue, représentant des experts finlandais du domaine. Du fait qu'une terminologie du domaine n'a jamais été publiée en finnois auparavant et qu'il manque de la documentation en finnois, la création d'un glossaire a intéressé la *FIRPA*, c'est-à-dire, que le glossaire est construit principalement dans la perspective ces experts finlandais. Par contre, en anglais, il y existe des glossaires, et en français, l'*AFPR* (Association française de la fabrication additive) a déjà publié en 2003 un guide de la *fabrication additive**.

Les caractéristiques préliminaires du glossaire sont les suivantes :

- Il rassemble des termes contemporains, en tenant compte des circonstances actuelles du domaine et des tendances à venir.
- Il est trilingue (anglais, finnois et français). Les trois terminologies contextuellement équivalentes fonctionnent aussi indépendamment.
- Il est destiné à l'usage professionnel pour servir à un public d'experts.
- Il vise à partager des informations sur la *fabrication additive**.
- La taille du glossaire est limitée à cent (100) termes au maximum. Sigles et acronymes vont constituer environ le quart des termes.

La validité et la fiabilité des termes ont été vérifiées par des experts, pour assurer qu'il n'y a pas de fautes ou d'ambiguïtés parmi ces termes et leurs définitions. Le glossaire pourrait servir aussi à d'autres experts, comme les traducteurs qui traitent de documents

similaires.

Le projet ne contient pas d'information confidentielle.

4.2 Corpus diachronique et synchronique

Nous distinguons sciemment les corpus synchronique et diachronique. Cette division n'est pas absolue, car l'étude de l'évolution sert à l'élaboration du glossaire. De même, le choix d'un public cible d'experts influence la sélection du corpus et des termes du glossaire. Par ailleurs, la disponibilité du matériel anglais a établi des limites diachroniques.

Le corpus a donc été établi selon certaines contraintes, qui garantissent une variation suffisante, sans pour autant se focaliser sur la fiabilité statistique :

- Il est construit pour correspondre à des périodes pré-déterminées, qui rendent possible d'observer des intervalles courts et comparables ;
- le genre et le degré de spécialisation n'excluent pas l'homogénéité pour neutraliser les variations liées aux registres langagiers ;
- les textes doivent avoir été écrits par plusieurs rédacteurs ;
- les rédacteurs natifs sont privilégiés ;
- les sources des textes sont choisies selon des recommandations des experts, pour assurer la validité et la fiabilité du matériel.

Le corpus de chaque langue est constitué différemment. Ainsi, le corpus anglais est le plus vaste ; l'anglais a pu servir de *langue pivot* pour nombre de documents dans les deux autres langues. Les *rapports de Wohlers* sont notre source principale d'informations sur la *fabrication additive** et sur la terminologie anglaise du domaine, comme aussi la norme de l'*ASTM**.

Il faut remarquer que ni les *rapports de Wohlers*, ni les normes de l'*ASTM** et de l'*AFNOR* (Association Française de Normalisation), ne sont ouverts au public, ni ne sont gratuits pour les entreprises. Les *rapports de Wohlers*, plus anciens, sont disponibles uniquement en version imprimée ; pour les rapports des dernières années, la version électronique est aussi disponible, mais nous avons utilisé les versions imprimées. Tous ces documents (7 *rapports de Wohlers* imprimés et 2 documents sur la norme de l'*ASTM** de forme électronique), utilisés dans notre étude, ont été fournis par la *FIRPA*, laquelle a pu fournir aussi le matériel finnois imprimé – à savoir des articles techniques et le *rapport de TEKES* (1997). Pour les termes français, on a eu recours à l'*AFPR* et à *Sirris* (Centre Collectif de l'industrie technologique belge). Le matériel français se trouve principalement en ligne.

Les sources françaises, la norme de l'*AFNOR* (2011), fournie en version électronique par l'*AFPR*, le rapport de *Sirris* (2013), fourni par courriel par *Sirris*, et le *Guide de la*

Fabrication Additive par l'AFPR (2003), disponible en ligne, ont tous été considérés comme des *rapports* dans le Tableau 9. Les sources du matériel finnois et français (cf. Tableau 9) sont diverses revues technologiques. Certaines exceptions faites, un rédacteur est nommé dans les articles (voir les sources primaires à la fin de cette étude).

Sources d'articles français	Sources d'articles finnois
<i>Revues technologiques en ligne et imprimées</i>	<i>Revues imprimées</i>
Micronora informations (un article)	Karjalainen (un article)
L'Usine Nouvelle (17 articles)	Print&Media (un article)
	Reset (un article)
	Tekniikka ja Talous (4 articles)
<i>La presse française en ligne</i>	<i>La presse finnoise en ligne</i>
Atlantico (un article)	Digitoday (un article)
Cad-magazine (2 articles)	Tekniikka ja Talous (23 articles, enregistrement obligatoire pour la lecture)
indexel.net (un article)	
IT Industrie&Technologies (4 articles)	
Owni (2 articles)	
Technologie (2 articles)	
<i>Organisations francophones</i>	<i>Organisations finlandaises</i>
AFPR (un rapport en ligne, une norme)	FIRPA (un article)
CFMI (un article)	ICT Standard forum (un article)
Cirtes (un article)	TEKES (un rapport)
Sirris (4 articles, un rapport)	Université d'Aalto (un article)
	Université technologique de Lappeenranta (2 articles)
	VTT (un article)
<i>Entreprises en France</i>	<i>Entreprises en Finlande</i>
3D Systems (4 articles)	Alphaform (2 articles)
Le lieu de design (2 articles)	Helsingin energia (un article)
Framasoft (un article)	

Tableau 9. Sources de matériel français et finnois.

Le corpus diachronique et synchronique sont présentés dans le Tableau 10. Pour comparer la variation en anglais et en français, le corpus est divisé en périodes équivalentes. Le corpus *synchronique* (S) est basé sur des documents de 2013. Le corpus *diachronique* (D) est limité de la manière suivante :

- Des limites temporelles : pour l'anglais de 1995 à 2013, pour le finnois 1997 et 2011 à 2013, et pour le français de 1994 à 2013.
- Les intervalles dans les corpus en anglais et en français sont de 2 à 4 ans.
- Il n'y a pas d'articles de 2014, ou d'information du *rapport de Wohlers* de 2014.

	D		Anglais	Français	Finnois
S		2012-2013	<i>Wohlers 2013</i>	(13 articles), Sirris 2013	(33 articles techniques, soit électroniques, soit imprimés)
		2010-2011	<i>Wohlers 2011</i>	(8 articles), AFNOR 2011	(6 articles techniques, soit électroniques, soit imprimés)
		2006-2008	<i>Wohlers 2007</i>	(6 articles)	
		2002-2004	<i>Wohlers 2004</i>	(7 articles), AFPR 2003	
		2000-2001	<i>Wohlers 2000</i>	(2 articles)	
		1997-1998	<i>Wohlers 1997</i>	(3 articles)	TEKES 1997
		1994-1996	<i>Wohlers 1995-96</i>	(3 articles)	

Tableau 10. Catégorisation du corpus.

Les corpus complets, diachronique et synchronique, sont présentés dans les sources primaires, à la fin de ce mémoire.

4.2.1 Taille du corpus

Les tableaux suivants présentent le nombre de tous les mots présents dans les articles du corpus trilingue, y compris les mots inclus dans des images et dans les tableaux d'articles.

	No. d' articles	Moyen de mots	Min	Max	Total de mots
Articles, 2011-13					
Articles techniques	6	1067	391	2520	6401
Articles divers	10	423	180	792	4228
Articles de l'hebdo T&T	23	193	90	397	4450
	39				15079
Enquête, 2013					2788
TEKES, 1997					11655
Total de mots					29522

Tableau 11. Taille du corpus finnois.

La taille du corpus en finnois est présentée dans le Tableau 11. Les colonnes donnent le nombre d'articles, le nombre minimum et maximum de mots par article, puis leur moyenne et le nombre total de mots dans des articles.

	2011	2012	2013
no d'articles par an	6	9	24
<i>articles techniques</i>	2	2	2
<i>articles de l'hebdo T&T</i>	4	7	12
<i>articles divers</i>			10
total de mots par an	3820	3138	8121

Tableau 12. Nombre de mots d'articles finnois par an.

L'autre vue au corpus finlandais est présentée par l'organisation des articles par an, ce qui est visible dans le Tableau 12. En mélangeant les groupes des articles finlandais de 2011-13, on peut donner une idée du corpus finnois par année.

	No. d' articles	Total de mots	Moyen de mots	Min	Max
1994-96	3	2703	901	608	1099
1997-98	3	3470	1157	516	1707
2000-01	2	5846	2923	1299	4547
2002-04	7	24094	3442	383	6376
2003 AFPR		11555			
2006-08	6	12991	2165	502	4690
2010-11	8	30368	3796	829	10080
2012-13	14	17956	1283	276	4711
2013 Sirris		2840			
	43	111822			

Tableau 13. Taille du corpus français.

La taille du corpus français est présentée dans le Tableau 13. Les colonnes du tableau montrent respectivement 1) le nombre d'articles dans chaque intervalle, 2) le nombre total des mots dans tous les articles pour une période donnée, 3) le nombre de mots par article en moyenne, puis 4) le nombre minimum et maximum de mots par article. Il est nécessaire de remarquer qu'une quantité moindre d'articles français ont été disponibles dans les intervalles les plus anciennes, ce qui est, néanmoins, considéré comme suffisant pour ce travail.

Wohlers	Total de mots *	Total de pages
1995-96	21000	75
1997	21000	75
2000	39725	227
2004	47250	270
2007	38500	220
2011	47250	270
2013	51975	297
	266700	

**Les nombres indiquent la partie retenue au travail.*

ASTM F2921 1981

ASTM F2792 2093

Tableau 14. Taille du corpus anglais.

La taille du corpus anglais est présentée dans le Tableau 14. Environ la moitié des

rapports de Wohlers est retenue dans le corpus (voir la section suivante traitant des limitations), à l'exception des deux rapports les plus anciens qui ont été retenus, car il s'agit des rapports les plus restreints. Après, dès l'année 2000, les éditions deviennent plus vastes en contexte et en taille. Les normes visent une petite partie essentielle du corpus, en taille. Les intervalles du corpus français ont été choisis selon les années de publication de *Wohlers*. En pratique, le contenu des *rapports de Wohlers* porte sur les développements autour de l'année de publication.

Selon le nombre de mots, le corpus anglais est deux fois plus grand que le corpus français. Ensuite, selon le nombre de mots, le corpus finnois est très restreint en comparaison des deux autres.

4.2.2 Limitations contextuelles du corpus

Les *rapports de Wohlers* expliquent les tenants et aboutissants de l'industrie en question. Ils ont été exploités sélectivement – certaines parties ayant été omises : par exemple, celles discutant des fabricants, des détails classifiés géographiquement et de la recherche spécifique la plus récente. Les termes choisis sont seulement technologiques, ce qui exclut des termes portant sur des marchés, la logistique, les brevets, liés à des aspects et phénomènes principalement sociaux ou sociotechnologiques. En outre, des candidats termes spécifiques à des applications industrielles ne sont pas inclus, par exemple, des termes médicaux ou aérospatiaux, car ils relèvent de disciplines connexes.

La normalisation, qui encourage d'éviter des noms commerciaux, des nouvelles techniques, qui ne sont pas encore tout à fait stabilisées, des procédés commercialisés autrefois qui ne sont donc plus utilisés, sont les raisons principales d'omission de certains termes. La *fabrication additive** s'est développée pour remplacer partiellement la *fabrication conventionnelle**. D'où ainsi, la présence de quelques candidats termes, relatifs à la fabrication en général, qui permettent d'expliquer tout le domaine et de clarifier comment des technologies similaires se sont imbriquées.

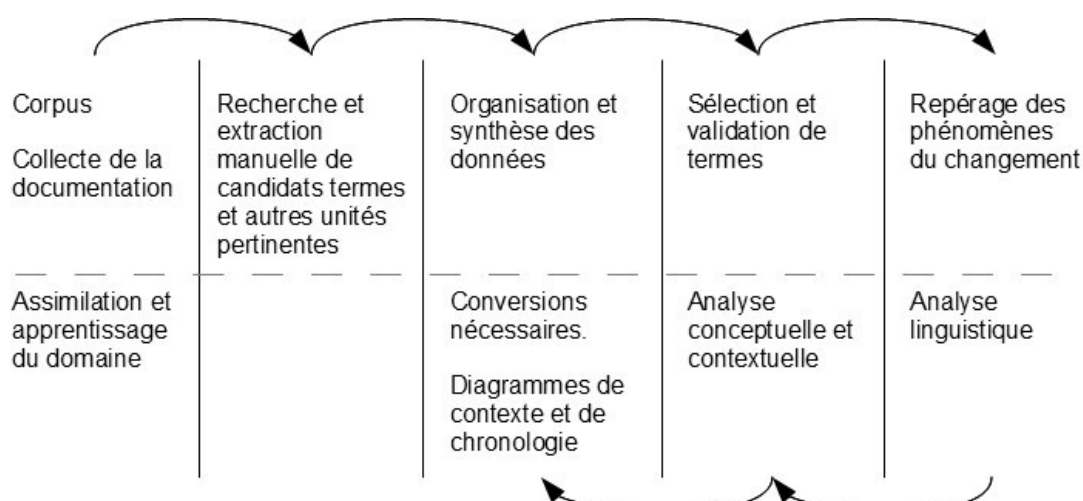
En résumé, les candidats termes suivants sont omis du glossaire :

- Ceux traitant des marchés, de la logistique, des recherches spécifiques récentes, des phénomènes sociaux autour de l'impression 3D.
- Ceux détaillant des matériaux de la *fabrication additive**.
- Ceux détaillant des techniques de la *fabrication conventionnelle**, bien qu'ils soient indiqués dans la définition de certains termes.
- Ceux portant sur des logiciels CAO*, sur leurs fonctions ou caractéristiques.
- Les noms commerciaux, donc la majorité des noms des équipements ou de leurs fabricants, à l'exception de quelques termes vulgarisés.

De plus, il faut bien remarquer que cette étude porte sur l'*impression 3D** d'une manière générale ; ce domaine est bien plus vaste que celui présenté dans les médias, parce qu'il tient compte de la complexité et de défis technologiques, de la diversité technologique, et de recherches entreprises dans ce domaine.

4.3 Méthodes utilisées

Les deux objectifs de ce travail sont d'établir un glossaire et d'analyser la variation terminologique lors d'une période définie. Ce travail a commencé par saisir les particularités du domaine de la *fabrication additive** grâce à des lectures et à une synthèse de l'information, afin de pouvoir procéder à une extraction manuelle. Parmi tous les objectifs de cette sélection manuelle des *candidats termes*, l'essentiel a été de faire des choix neutres, en tenant compte de l'état de vigilance du chercheur, du public cible, des circonstances du travail, des méthodes choisies. Ont ensuite été effectuées, en alternance et itérativement, des tâches standardisées (cf. Graphique 15), en commençant par l'anglais, suivi du matériel finnois, puis français.



Graphique 15. Séquence des tâches en recherche terminographique non outillée.

Le Graphique 15 présente la mise en séquences de notre travail. Pour traiter le matériel imprimé, nous avons été amenées à opter pour des méthodes non outillées, qui ne sont donc pas aussi systématiques que le traitement des données automatiques, ce qui aurait été plus efficace avec la quantité des données présentes dans notre travail. Sont donc sélectionnés et notés, pour chaque langue et pour tout le corpus, des candidats termes qui traitent de thèmes pertinents par rapport à la *fabrication additive**, incluant des détails techniques. L'analyse et la sélection des candidats termes ont été faites par *comparaison intralinguistique* puis *interlinguistique*. Les termes individuels sont mis en groupes thématiques et procéduraux, basés sur la division utilisée dans les *rapports de Wohlers*, ce qui permet d'analyser la variation terminologique relative au développement domaniaal. Ensuite, ces catégories thématiques sont utilisées lors de la compilation du

glossaire, aussi bien que pour l'analyse diachronique des termes. Nos résultats sont quand même en synchronie avec la variation thématique du corpus. Néanmoins, une part de subjectivité est inévitable, malgré le recours aux points de vue d'experts en finnois et en français.

L'outil pour les notes numériques est un tableur simple ; aussi bien pour l'étude d'évaluation et la tabulation numérique que pour la collecte des termes du glossaire. Dans un tableur simple la manipulation des termes a été rendue facile. Les avantages d'un tableur sont le changement facile de l'ordre des termes, la fonction de recherche, le correcteur d'orthographe, l'espace sans limite (sans augmenter énormément la taille du fichier), les fonctions de calculs statistiques, la visibilité du contenu en un coup d'œil.

Les phases d'extraction manuelle sont les suivantes :

- le regroupement des termes et des variantes par article, par période, et puis par thème et par procédure chronologique ;
- la synthèse des termes ; les collectes de chaque période sont mises ensemble de sorte que chaque terme sera noté une seule fois par article ou par rapport, sans tenir compte de sa pertinence.

Termes d'une période	Article 1	Article 2	Article 3	Etc.	Termes par périodes	1994-96	1997-98	2000-01	2002-04	Etc.
Terme 1		x	x		Terme 1		x		x	
Variantes 1 à N		x		x	Variantes 1 à N			x		
Terme 2	x				Terme 2				x	x
Termes 3 à N	x	x			Termes 3 à N	x				
Variantes 1 à N		x		x	Variantes 1 à N			x		x

Tableau 16. Exemples de notation dans le tableur.

La notation utilisée dans le tableur est présentée dans le Tableau 16. Tout le matériel a été examiné, et les termes sont séparés et classés de façon transparente, pour pouvoir observer des termes d'une manière statistique, comme pour pouvoir identifier les termes clés ou les termes les plus fréquents dans le corpus. La tabulation de chaque article, dans chaque intervalle temporel, permet d'identifier l'origine de chaque terme. Dans ce tableau, le *terme* signifie aussi toutes ses *variantes* (classés dans le Tableau 8).

4.3.1 Compilation du glossaire

Au début, nous avons commencé la réalisation du glossaire avec le programme SDL MultiTerm (SDL MultiTerm 2011, licence universitaire), dont le fonctionnement est basé sur les concepts. Mais cet outil ne facilite pas le travail diachronique. D'où le transfert

sur un tableur simple. Pourtant, l'idéologie conceptuelle de l'outil a été utile lors des définitions du contenu des données. Néanmoins, seulement très peu de ses caractéristiques linguistiques sont comprises dans la définition du glossaire. Si MultiTerm offre la possibilité de hiérarchiser les termes, c'est à l'utilisateur de trouver un autre outil pour créer les schémas conceptuels. De plus, l'export de documents au format textuel n'est pas bien documenté. Par ailleurs, MultiTerm ne permet pas d'observer avec flexibilité l'ensemble des termes. Enfin, ce logiciel qui divise le projet en plusieurs fichiers, exploite beaucoup de ressources.

Le glossaire comprend :

1. Le *terme* en anglais, en finnois et en français.
2. La *définition* du terme, en chaque langue (les définitions ayant un contenu équivalent).
3. Le *genre grammatical* du terme (*masculin, féminin*), en français.
4. Les *synonymes* éventuels, en chaque langue, y compris aussi des emprunts et des traductions littérales, trouvés dans le corpus.

La compilation du glossaire a pu commencer après que la plupart du corpus a été traité, et notre vision sur le domaine s'est clarifiée. La compilation du glossaire s'est faite d'une manière itérative en se concentrant sur chaque langue en alternance. Au début, la sélection a été basée seulement sur la norme anglaise, puis le poids du public cible a été déterminant. Finalement, les caractéristiques des trois langues ont eu des effets sur la structure et sur les définitions. Le travail a été divisé selon les phases suivantes, qui sont utilisées plus tard dans l'analyse du glossaire (voir la section 5.2.2) :

- 1) La sélection des termes préliminaires en anglais, commençant avec la norme ASTM* et le *rapport de Wohlers 2013*, et avec des définitions qu'ils donnent
- 2) Les *schémas conceptuels* préliminaires. La notation est présentée en section 4.3.4.
- 3) La première version des termes équivalents en finnois. Il y a quelques rejets et ajouts de termes. En parallèle à la rédaction en finnois, les termes anglais sont révisés, et les définitions anglaises sont rédigées de nouveau.
- 4) Le traitement des termes français. La première ébauche des définitions en français a été faite en utilisant la *traduction automatique* (Google Translate) et des définitions anglaises. L'ensemble des termes a changé encore par la suite.
- 5) La révision des détails technologiques en finnois, par des experts.
- 6) L'analyse des commentaires avec quelques rejets et ajouts de termes anglais et finnois.
- 7) La vérification du contenu de toutes les définitions des termes. Les définitions sont résumées et rédigées, quelques termes sont omis et ajoutés. Les trois glossaires sont faits d'*équivalents*.
- 8) La deuxième révision linguistique des termes et des définitions en français. La plupart des définitions françaises ont été rédigées. Lors de l'édition des termes français, quelques définitions des deux autres langues ont été encore modifiées, pour obtenir l'équivalence de contenu.
- 9) La révision technologique des termes en français.

- 10) L'analyse des commentaires, la révision langagière de toutes les langues, la finition du glossaire. Le glossaire anglais est révisé par un natif.

Environ 95 % des termes et de leurs variantes, présents dans le glossaire final, ont été trouvés dans le corpus. Le glossaire anglais est fait premièrement selon le corpus primaire exhaustif. L'équivalence des termes et des définitions dans les trois langues a été l'objectif principal. Cela a rendu nécessaire de vérifier chaque terme avec le corpus. Dans certains cas exceptionnels, des équivalents finnois et français n'ont pas été trouvés dans le corpus, et les termes ont donc été traduits avec des supports de traduction (voir l'annexe 1). Ensuite, pour traduire des définitions anglaises vers le français plus efficacement, la *traduction automatique* (Google Translate) a été utilisée à partir des définitions de l'anglais. En pratique, l'outil a rendu plus rapide l'usage d'un dictionnaire, sans offrir beaucoup d'aides pour la formulation de phrases correctes.

4.3.2 Entretiens et correspondances

	Fi	Fr	Corpus	Fonction dans ce travail
Entretiens	2		Les commentaires du second entretien sont intégrés aux résultats d'enquête, comme une réponse orale.	Validation du corpus
Correspondances par courriel	1	3		Validation de termes
Enquête en ligne	1		La fourniture de matériel textuel dans le corpus finnois.	Collaboration

Tableau 17. Fonctions et nombre de moyens de communication.

Les entretiens, les correspondances par courriel et l'enquête ont été des moyens utilisés pour collaborer avec des experts du domaine, pour les faire participer aux différentes phases du travail terminographique, telles que la validation des termes et des concepts, notamment, pour les termes en finnois et en français. Ces moyens de collaboration ont donc des fonctions essentielles dans notre travail ; ils sont mis ensemble dans le Tableau 17. Nous avons eu deux entretiens et quatre correspondances, trois en finnois et trois en français, avec trois experts finlandais (*FIRPA*) et deux experts français (*AFPR* et *Sirris*). Ces moyens sont présentés au-dessous par ordre chronologique :

Entretien initial avec la *FIRPA*, Helsinki, 8 novembre 2013

Le travail a commencé par un entretien non-structuré avec la *FIRPA*. Les objectifs de cet entretien ont été surtout de décider du corpus et d'arranger une enquête pour obtenir des informations sur les termes en finnois.

Correspondance par courriel avec l'*AFPR*, 15 décembre 2013

Les objectifs de cette correspondance ont été de trouver des informations sur la terminologie française du domaine, notamment sur les normes existantes et sur les principales revues professionnelles en français du domaine.

Entretien avec la FIRPA, Turku, 7 février 2014

Le second entretien non-structuré a été arrangé pour avoir des commentaires sur les résultats finals de l'enquête. L'objectif de cet entretien a été aussi de clarifier des termes ambigus.

Correspondance par courriel avec Sirris, 8 février 2014

L'objectif de cette correspondance a été de trouver d'autres documents en français, traitant des termes contemporains de la *fabrication additive**, et d'avoir des commentaires sur des termes pour des procédés présentés dans les corpus français.

Correspondance par courriel avec la FIRPA, 4 mars 2014

Les objectifs pour cette correspondance ont été de vérifier la première version des termes en finnois, pour éviter les fautes et ambiguïtés techniques évidentes. La liste des termes et leurs *définitions* a été envoyée par courriel à deux experts, avec la première version de l'*arbre conceptuel*, pour faciliter la perception des *relations* des termes sélectionnés.

Correspondance par courriel avec Sirris et l'AFPR, 4 avril 2014

Le glossaire trilingue est alors presque prêt. Les termes et leurs *synonymes* français doivent être vérifiés par des experts. L'objectif de la correspondance a été de pouvoir éliminer des erreurs dans des détails techniques, parmi les termes français. La comparaison des deux réponses séparées a aidé à prendre des décisions lors de la finition du glossaire.

4.3.3 Enquête

La motivation principale pour organiser une enquête a été le manque de documents *ad hoc* en finnois. Avec cette enquête, il s'est agi de faire parler des experts pour obtenir divers termes qu'ils utilisent quotidiennement dans leur discours professionnel, et ainsi de cette manière, d'avoir des textes en finnois. La langue du questionnaire était donc le finnois, mais les termes de la *fabrication additive** ont été présentés seulement en anglais, les répondants devant comprendre la terminologie spécialisée en anglais ; afin d'éviter de favoriser l'emploi de certains termes en finnois. Le questionnaire, semi-structuré, contenait des questions auxquelles il était possible de répondre librement et sans limite de mots. Les répondants ont été invités à donner des termes équivalents en finnois, sans traduction mot-à-mot, mais en utilisant un vocabulaire professionnel quotidien.

Le questionnaire a été réalisé avec un outil gratuit en ligne (disponible sur : www.surveymonkey.com), dont certaines fonctions sont néanmoins disponibles seulement pour des utilisateurs payants. Parmi les avantages les plus utiles, se trouve l'envoi des messages centralisé, pour observer qui a reçu le message et quelle adresse est obsolète, aussi bien que le recueil des réponses, sans remplissage du courriel. Les désavantages les plus importants sont toutes les limitations, qui rendent l'interface un peu contraignante pour le répondant. Cent répondants et dix questions sont le maximum possible dans la version gratuite. Les questions peuvent contenir plusieurs sous-

questions avec des options et des alternatives prédéfinies. Hélas, l'outil n'inclut pas des questions d'image (impossible donc d'intégrer une image avec un espace réservé pour la réponse). Deux places du questionnaire sont réservées à des informations d'introduction préalables ou à des détails de répondants, et quatre d'entre elles à deux questions avec l'image d'une machine. Il reste notamment six questions pour obtenir d'autres commentaires spécifiques sur la *fabrication additive**.

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
Additive manufacturing		3)				
Additive systems			x	x	9)	
Binder jetting	1)				7)	
Directed energy deposition	2)					
Material extrusion	3)	2)		x	12)	
Material jetting	4)					
					13), 14), 15), 16), 17)	
Powder bed fusion	5)	4)			11)	
Sheet lamination	6)				4), 5)	
Vat polymerisation	7)		x		6)	
3D scanning		1)			1), 3), 8)	x
CAD modeling tools					10)	
Tooling					2)	
Post-processing						

Tableau 18. Thèmes du questionnaire.

Les thèmes des questions, en anglais, sont présentés dans le Tableau 18, comme aussi dans le questionnaire. Les nombres indiquent des sous-questions. La plupart des questions traitent des technologies utilisées le plus souvent – à savoir l'*extrusion de matériau** (*material extrusion** ; *FDM**), la *fusion en lit de poudre** (*powder bed fusion** ; *LS**) et la *photopolymérisation** (*vat photopolymerisation**). Certaines questions ont porté sur des techniques plus rarement utilisées. Plusieurs questions ont traité de *FDM** et *LS**, car ces termes existent en finnois.

	Prévision ou attente du contenu de réponse
Q1	Les noms de procédés respectifs en finnois.
Q2	1) Il s'agit de la définition de la <i>digitalisation 3D</i> * (<i>3D scanning</i> *) dans la <i>norme ASTM F2792</i> , indiquant tous les termes par rapport à l'acquisition des données d'un objet.
Q2	2) Il s'agit de la définition de <i>FDM</i> * dans la <i>norme ASTM F2792</i> .
Q2	3) Il s'agit de la définition du domaine dans la <i>norme ASTM F2921</i> , indiquant des noms du domaine.
Q2	4) Il s'agit de la définition de <i>DMLS</i> * dans la <i>norme ASTM F2792</i> .
Q3	Image d'une machine de <i>LS</i> *, rédaction libre du nom du procédé et des parties de machine
Q4	Image d'une machine de <i>FDM</i> *, rédaction libre du nom du procédé et des parties de machine
Q5	Les divers termes du domaine, les équivalents respectifs en finnois, s'ils existent.

Q6	Il s'agit de la définition de <i>STL*</i> dans la <i>norme ASTM F2792</i> , indiquant toute la terminologie par rapport aux explications de la manipulation des fichiers, puis à l'utilisation de logiciels CAO*.
----	---

Tableau 19. Prévisions pour les réponses de questionnaire.

Les questions ont été formulées d'une manière que l'ensemble des réponses puisse aider à la compilation du glossaire finnois. Les réponses escomptées de la part d'experts qui connaissent le sujet sont dans le Tableau 19. Pour les questions Q2 et Q6, et pour ses sous-questions, nous avons donné seulement des *définitions* ; le *nom de terme* est omis.

Les candidats (cent personnes) ont dû, pour répondre au questionnaire, appartenir à la liste de courriel de la *FIRPA*, ou être des contacts proches. Le premier courriel pour les répondants a été envoyé le 26 novembre 2013. Le temps réservé pour répondre aux questions a été de 3,5 semaines (au plus tard le 20 décembre 2013). Un rappel a été envoyé une semaine avant la date d'échéance.

Les questions originales (avec traduction libre) et la lettre pour les répondants candidats sont dans l'annexe 3 Enquête.

4.3.4 Perception visuelle de concepts

Les *schémas conceptuels* sont construits en parallèle avec le glossaire pour faciliter la compréhension des relations entre les termes. Ils sont organisés selon l'ordre chronologique du processus technique, comprenant les entrées et les sorties du processus, ainsi que des détails du processus lui-même (voir la section 5.1.3).

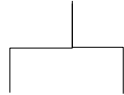
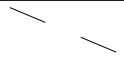


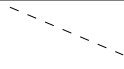

Symbole	Définition
	<i>Relation méronymique</i> (deux ou plusieurs éléments peuvent appartenir à une ou plusieurs relations), où l'élément peut être marqué par une ligne en pointillé qui à son tour signifie la partie la moins probable
	<i>Relation connexe pertinente</i> (association à un <i>concept</i> pertinent sans autre type de relation)
	<i>Relation de synonymie partielle</i>
	<i>Relation fonctionnelle</i> (le premier élément en terme produit d'une manière le deuxième)
	<i>Relation hiérarchique</i> (le terme au-dessus est <i>hyperonyme</i> , puis les termes au-dessous sont des <i>hyponymes</i>)
	<i>Relation transversale</i> (le premier influence d'une manière indirecte le deuxième)

Tableau 20. Notation des schémas conceptuels.

La sélection des termes, ainsi que les limitations du contenu et de la taille du glossaire sont faites partiellement selon ces schémas. Les relations de plusieurs termes pertinents dans le glossaire ne sont pas directes. La notation des schémas est une combinaison des notations développées par Nissilä (1999), Suonuuti (2006), TSK 36 (2006) et Van Campenhoudt (1996). Elle est présentée dans le Tableau 20, où les noms des *relations* sont les traductions des termes en finnois.

Dans l'*arborescence*, les termes sont numérotés ; les nombres similaires sont rattachés aux mêmes termes du glossaire quelle que soit la langue. Les schémas sont dans l'annexe 5 Schémas conceptuels.

4.4 Publication du glossaire

Les points clés de ce travail ont été présentés au séminaire annuel de la *FIRPA* en 2014.²

Le glossaire sera publié sur le site Internet de la *FIRPA* (www.firpa.fi), avec une grande lisibilité de sorte qu'il soit accessible aussi depuis un téléphone mobile et avec la possibilité de le télécharger au moins partiellement. Techniquement, la solution la plus simple est de publier les tableaux numériques en tant que tels. Le glossaire pourra être converti en format PDF pour faciliter le téléchargement.

Les trois langues sont présentées en parallèle et aussi mises sur des pages indépendantes. Les termes de chaque langue sont organisés selon la numérisation dans les schémas conceptuels et par ordre alphabétique. Il sera possible de mettre à jour le glossaire, par exemple en ajoutant de nouveaux termes ou même de nouvelles langues. Ces souhaits sont en relation avec la coopération internationale de la *FIRPA*.

Le glossaire se trouve dans l'annexe 4 Glossaire trilingue.

2 *Séminaire annuel de la FIRPA*, le 13 mai 2014, à Lappeenranta. Environ 90 d'experts ont participé au séminaire. Le programme dit : de 14h15 à 14h45 « Kati Lehtinen, Turun yliopisto, Pikamalleista 3D-tulostukseen – termistötutkimuksen tuloksia » (Ma traduction : L'Université de Turku, De prototypes rapides jusqu'à l'impression 3D – Les résultats d'une recherche terminologique diachronique). La présentation (prise en finnois) se trouve en ligne : <http://www.lut.fi/documents/10633/335186/140512+Firpa+Annual+Meeting+2014+Kati+Lehtinen.pdf/a18b8688-7b2e-4b8f-877b-0865a3fdd89d> (Consulté le 24 octobre 2014) Le site d'enregistrement : <http://www.lut.fi/firpa> (Consulté le 24 octobre 2014) Le programme : http://firpa.fi/FIRPA_kasiohjelma_suomi_painoversio.pdf (Consulté le 24 octobre 2014) L'introduction des intervenants du séminaire : <http://www.noodls.com/view/AAD0EBACCF8A5B0E55A3D6790066686F66F2B43F?1712xxx1399451889> (Consulté le 24 octobre 2014)

5 Résultats

Principalement, le glossaire trilingue est le résultat concret de ce travail. Cependant, la motivation d'une recherche diachronique est de trouver des variations et de comprendre comment les termes sont substitués dans le temps, malgré les changements technologiques du domaine. Le développement technologique d'hier est considéré comme un indicateur important pour trouver les termes pertinents d'aujourd'hui, pour proposer des solutions quotidiennes et des visions d'avenir et pour servir au public d'experts.

La norme de l'*ASTM** de 2013 a eu des effets sur les termes anglais, le consensus technologique accélérant le transfert des concepts vers d'autres langues. Par conséquent, les termes anglais seront utilisés comme références pendant toute notre analyse, puis seront traités avant les termes des autres langues. Une stratégie récente, dans tout le corpus est celle du rejet de termes commerciaux et de les remplacer avec des termes neutres.

Les résultats montrent quatre perspectives terminographiques, qui seront utilisés dans l'analyse, à la fois de manière *diachronique* et de manière *synchronique* :

1. les changements extra-linguistiques (technologiques) ;
2. la comparaison des termes équivalents par rapport à la *langue pivot* ;
3. l'analyse des synonymes, variantes et néologismes de chaque langue ;
4. l'analyse conceptuelle.

L'étude de la variation diachronique et de la compilation du glossaire sera faite en parallèle ou en alternance. Ces phases du travail traitent des mêmes termes. L'analyse terminographique sera donc traitée de la manière suivante :

1. l'analyse de la taille du corpus en nombre de termes, en relation au développement du domaine, et en fréquence de termes ;
2. l'analyse du glossaire :
 1. la comparaison des concepts équivalents du glossaire à partir de la langue pivot, pour classer les *équivalents* intra-linguistiques, les *emprunts* et les *néologismes* ;
 2. l'analyse de phénomènes morphologiques
 3. l'analyse des *relations conceptuelles* dans le glossaire ;
3. l'analyse de la variation terminologique en diachronie :
 1. la comparaison des glossaires de *Wohlers* et de la norme de l'*ASTM** ;
 2. la comparaison inter-linguistique des concepts centraux ;
 3. l'analyse des dénominations diachroniques des procédés, y compris la classification des synonymes.

Il est nécessaire d'insister sur le fait que toutes ces analyses (*thématique, diachronique, linguistique* et *synchronique*) sont imbriquées ; ces niveaux d'analyse ne sont pas séparables, au contraire, ils s'influencent mutuellement. Il faut aussi accepter la répétition dans les exemples, bien qu'elle soit évitée autant que possible. Les résultats seront présentés en groupes thématiques, de façon qu'on puisse voir la diversité du domaine de plusieurs perspectives, et pour pouvoir analyser les phénomènes linguistiques. L'évolution d'un terme unique peut exprimer plusieurs perspectives linguistiques. Par exemple, un seul terme peut signaler divers types de changements classifiés. Les tableaux des termes diachroniques contiennent plusieurs termes qui ne sont pas analysés, mais qui puissent expliquer au lecteur les dimensions et la quantité de la variation terminologique.

5.1 Nombre de candidats termes

Les tableaux suivants des trois langues présentent le nombre total de termes extraits, y compris leurs variantes. À la section 4.2.1, la taille du corpus est définie par le nombre de mots. Parce qu'il s'agit d'une terminologie spécialisée, la quantité de mots n'est pas représentative du niveau de spécialisation des articles, ce qui est analysé par le nombre de candidats termes.

No. de termes	No.	Min	Max	Moyen	Total
Articles, 2011-13 :					
Articles techniques	6	24	57	39	163
Articles de l'hebdo T&T	23	4	16	9	68
Articles divers	10	2	6	3	39
	39				270
Enquête, 2013					267
TEKES, 1997					235

Tableau 21. Candidats termes dans le corpus finnois.

La vraie taille du corpus en finnois est présentée au Tableau 21. Les colonnes donnent 1) le nombre d'articles, 2) le nombre minimum et maximum de termes par article, 3) puis leur moyenne et 4) le nombre total de termes retenus.

Comme présentés, les articles techniques forment une partie essentielle du corpus contemporain, en dupliquant le nombre total. En vue du nombre des termes, l'enquête est une source essentielle dans cette étude. Les autres sources ont assez peu de termes comparativement au nombre et à la taille d'articles. Ils utilisent plutôt des termes clés et leurs variantes et ne traitent pas exhaustivement de détails techniques.

	2011	2012	2013
No. de articles par année	6	9	24
<i>Articles techniques</i>	2	2	2
<i>Articles de l'hebdo T&T</i>	4	7	12
<i>Articles divers</i>			10
Total de termes par an	104	77	127

Tableau 22. Candidats termes dans des articles en finnois par année.

Quand ces articles finnois sont catégorisés par année (Tableau 22), on peut voir que le nombre total de termes change ; la raison pour cela est la modification d'entrées pendant que les termes sont réorganisés en tableaux numériques.

Terme encore utilisé, même signification.	101
Terme encore utilisé, signification complètement différente.	4
Terme encore utilisé, la signification s'est développée.	15
Terme inutilisé	90
Vulgarisé	25
Total	235

Candidats termes retenus	120
--------------------------	-----

Tableau 23. Analyse des termes anciens du domaine en finnois.

Les termes du corpus finnois, tiré de TEKES (1997) sont présentés au Tableau 23. Environ la moitié d'entre eux est considérée comme obsolète, étant abandonnés ou vulgarisés.

	No. d' articles	No. de concepts	Termes par article	Min	Max
1994-96	3	99	34	22	55
1997-98	3	90	31	11	55
2000-01	2	116	59	58	60
2002-04	7	350	56.14	12	97
2003 AFPR		247			
2006-08	6	308	58.33	20	131
2010-11	8	289	39.5	15	98
2012-13	14	337	28.14	6	142
2013 Sirris		283			
	43	2119			

Tableau 24. Candidats termes dans le corpus français.

La vraie taille du corpus français est présentée dans le Tableau 24. Les colonnes du tableau montrent respectivement 1) le nombre d'articles dans chaque intervalle, 2) le nombre total des termes dans tous les articles pour une période donnée, 3) le nombre de termes par article, en moyenne, puis 4) le nombre minimum et maximum de termes par article.

Le nombre des articles dans les trois premières périodes est restreint. La dispersion des termes est grande, sauf dans la troisième période. Les articles parlent des mêmes choses, mais avec des variantes différentes, ce qui explique un peu les statistiques. Le nombre des articles pour 2012-13 est le plus grand, aussi bien que la dispersion des

termes par article. Dans ce cas, l'article avec moins de termes est sélectionné à cause de sa spécialité. Par rapport au nombre de termes, les sources AFPR (2003) et Sirris (2013) sont comparables avec un intervalle de dix ans. Leurs termes sont traités séparément, car autrement les nombres des intervalles en question augmenteraient trop par rapport aux autres intervalles.

Wohlers	No. de termes
1995-96	84
1997	233
2000	266
2004	351
2007	274
2011	246
2013	265
	1719

Tableau 25. Candidats termes dans le corpus anglais.

La vraie taille du corpus anglais est présentée dans le Tableau 25. La vraie taille du corpus français est plus grand selon le Tableau 24 ; néanmoins, le corpus anglais est plus souple et plus polyvalent, car l'ensemble des termes est plus exhaustif.

Pour conclure, l'analyse des synonymes a été faite, sans prendre en compte la perspective diachronique, en traitant tous les synonymes d'époques différentes comme équivalents, car pour une vraie étude linguistique diachronique, il faudrait avoir des périodes plus longues (plutôt des décennies), ainsi qu'un corpus considérablement plus vaste.

5.1.1 Candidats termes fournis par l'enquête

Selon les réponses au questionnaire, il semble que la terminologie spécialisée du domaine, en particulier des termes normalisés, ne sont pas répandus exhaustivement hors du groupe des chercheurs. D'abord, la rapidité des changements est un challenge pour la diffusion terminologique.

*Q7 : Combien de temps avez vous travaillé dans le domaine de la fabrication additive ?
(menu) moins de 2 années / 2 à 5 années / 5 à 10 années / plus de 10 années.*

< 2	2 à 5	5 à 10	> 10
7,14%	21,43%	21,43%	50,00%

14 répondants

Tableau 26. Expérience des répondants.

Quant à l'enquête, originalement, le taux de réponses attendues était estimé entre 30 % et 50 % environ. Le taux final a été de 15 %. Le nombre des répondants s'est élevé à 14, plus un qui a répondu oralement à l'entretien (Source : Entretien avec la FIRPA, Turku, 7 février 2014). Le nombre des répondants est donc réduit, mais leur expérience est vaste, comme l'indique le Tableau 26.

Entrées éliminées :	
V – Vulgarisé	12
T – Trop général dans le cadre	49
F – Faute de détail	27
D – Définition, pas un terme	137
	<hr/> 225
Candidats termes retenus	267

Tableau 27. Analyse des candidats termes fournis par l'enquête.

Les réponses au questionnaire sont analysées après la tabulation de tous les candidats termes. Le Tableau 27 présente les variantes terminologiques fournies par l'enquête ; presque la moitié des entrées sont éliminées pour les raisons données. Cette fois, les entrées *vulgarisées* sont soit des mots de la langue standard, soit des termes trop généraux, soit des mots de la langue parlée, qu'il n'est pas possible d'utiliser comme dénomination d'un concept.

Ensuite sont analysées les questions et ses sous-questions par rapport au contenu des réponses, comme présenté dans le tableau suivant (28) :

	Critique sur la question
Q2	1) La question trop indirecte. L'idée de la question n'est pas comprise par la plupart des répondants.
Q2	3) La question est indirecte intentionnellement, pour que les répondants ne puissent pas utiliser seulement des alternatives proposées par la <i>FIRPA</i> , qui ne sont pas les seules réponses correctes par rapport à la terminologie. Au lieu des noms du domaine, la plupart des réponses sont des <i>traductions littérales</i> du texte original.
Q2	4) La question est trop indirecte. L'idée de la question n'est pas comprise par la plupart des répondants. Les réponses sont partagées en deux alternatives.
Q5	Les termes 1), 5) et 7) sont des <i>traductions directes</i> en finnois, alors ils ne sont pas pertinents.
Q5	Les termes 13) et 17) sont les technologies assez vieilles et rarement utilisées, alors ils ne sont pas pertinents.

Tableau 28. Analyse des questions ambiguës.

Pour améliorer l'enquête, les questions alternatives et utiles par rapport aux termes finnois, auraient été soit le terme *additive systems**, la définition générale de l'*ASTM F2792* pour les *machines de fabrication additive**, soit une question directe sur la *digitalisation 3D** et comment elle est utilisée. Ensuite, la combinaison des questions avec des images en une seule question aurait ajouté de la flexibilité.

De l'enquête sont venues aussi des variantes inventives en finnois, comme le terme *uunisitraus** (frittage dans un four) pour créer la distinction nécessaire entre *projection de matériau** et *frittage** de *post-traitement**. Cependant, ces variantes ne sont pas

répandues dans l'usage public, la raison étant le manque du travail terminologique en finnois, et ensuite le manque de correspondance terminologique.

5.1.2 Fréquence des candidats termes

Cette section présente l'information statistique des termes les plus habituels du corpus. Ces nombres de termes, dans les tableaux suivants, contiennent toutes les variantes, aussi des *explications* ou des *euphémismes*. La plupart de ces termes appartiennent plus d'une fois au corpus, hormis les *néologismes* trouvés une seule fois.

	2 ou plus fois	3 ou plus fois	5 ou plus fois	7 fois
Anglais	x	109	20	5
Français	78	26	5	2

Tableau 29. Candidats termes les plus habituels en anglais et en français.

Dans le corpus anglais (Tableau 29), il y a au total 109 termes qui apparaissent 3 fois ou plus. Respectivement, dans le corpus français, il y a 78 termes qui se trouvent au moins 2 fois pour toutes les périodes, contre 26 termes 3 fois ou plus. Les nombres de ce tableau montrent aussi, que la plupart des termes se trouvent seulement une fois dans le corpus ; donc l'usage de diverses variantes dans des articles est courant. Le nombre de termes habituels est d'environ 6 % du nombre total de termes du corpus anglais. Le nombre de 78 représente environ 4 % du nombre total des termes du corpus français.

	Anglais						
	1994-96	1997-98	2000-01	2002-04	2006-08	2010-11	2012-13
>3	30	64	87	91	71	44	32
	Français						
>2	11	10	29	40	39	35	43
>3	7	7	12	19	20	17	23

Tableau 30. Candidats termes les plus habituels en anglais et en français, à intervalles réguliers.

Le Tableau 30 montre comment ces termes anglais et français sont partagés selon les périodes. Seuls les articles de journaux dans le corpus français sont inclus dans les nombres. La différence au nombre total, dans ces deux tableaux (Tableau 29 et Tableau 30), montre à son tour qu'une grosse partie de termes fréquents, utilisés dans des articles de chaque période, sont les mêmes ; donc certaines variantes sont favorisées. Dans le Tableau 59 (annexe 2), il y a la liste des termes qui sont les plus habituels pour tout le corpus anglais et français (c'est-à-dire utilisés 5 fois ou plus par période).

	1994-96	1997-98	2000-01	2002-04	2006-08	2010-11	2012-13
No. d'articles	2	2	2	7	6	8	14
2 ou plus	2	3	2	26	30	20	28
3 ou plus	x	x	x	10	8	5	6

Tableau 31. Candidats termes les plus habituels en français, par article.

Les candidats termes français sont aussi comparés par articles pour chaque période. Les nombres du Tableau 31 montrent quels termes se trouvent deux fois ou plus dans un article. Le *Guide de prototypage rapide* de 2002-03 de l'*AFPR* (voir 9.1 Sources Primaires) peut avoir eu des effets sur l'utilisation des termes du domaine à l'époque. Par rapport au nombre de termes habituels et au nombre d'articles, le contenu des articles de 2006-08 est plus homogène ; donc ces mêmes termes sont utilisés plus par les rédacteurs d'articles. Par rapport aux termes des trois premières périodes, les *mots-clés* utilisés pour la sélection du corpus français peuvent avoir de l'influence sur le contenu d'articles. La spécificité de contenu a plus d'effets sur l'homogénéité que le nombre des articles, comme le montrent les figures de 2012-13. Les termes français les plus habituels dans les articles, par périodes séparées, sont dans le Tableau 58 (voir l'annexe 2).

Termes habituels	
<i>Articles techniques</i>	19
<i>Articles de l'hebdo T&T</i>	8
<i>Articles divers</i>	7
Total de termes habituels	34
Total de termes dans les articles	242

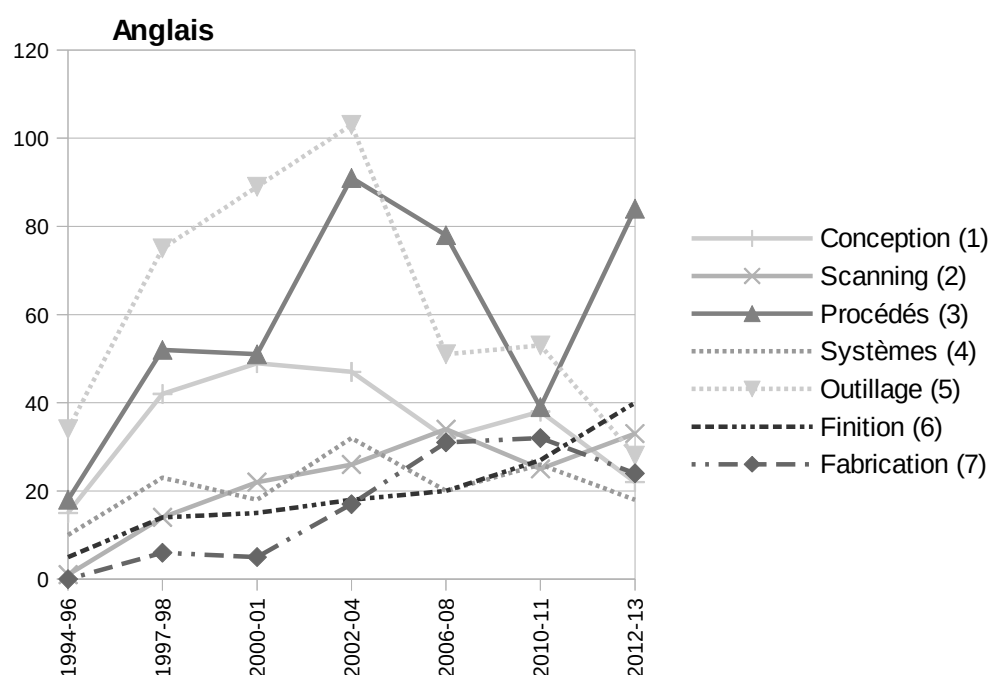
Tableau 32. Nombre des candidats termes habituels dans les articles finlandais.

Finalement, le Tableau 32 présente les nombres de termes habituels en finnois par groupe d'articles. Lors de la sélection des termes habituels, dans les deux premiers groupes, le seuil est au moins de 30 %, puis de 15 % avec les *articles de l'hebdomadaire T&T*. Les termes habituels en finnois sont dans le Tableau 60 (voir l'annexe 2).

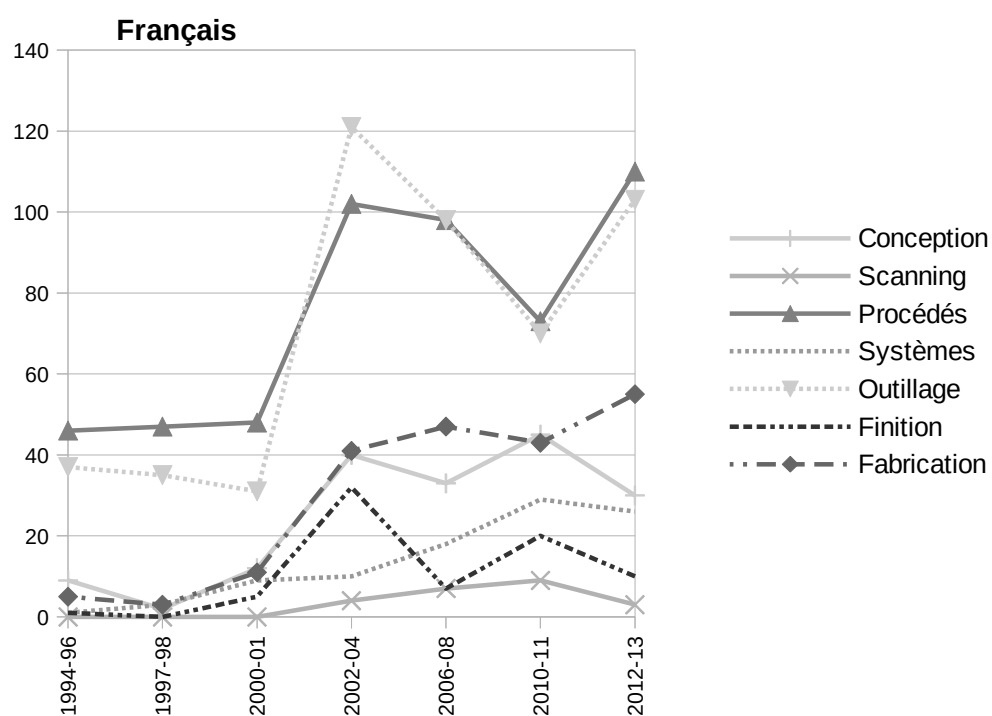
Ces tableaux des termes fréquentiels ont montré de nettes différences entre les trois corpus ; le corpus anglais est plutôt exhaustif, le corpus français plutôt fragmenté, tandis qu'en finnois le matériel est plutôt rare.

5.1.3 Catégorisation thématique

La variation diachronique est présentée dans le Graphique 33 (anglais), ainsi que dans le Graphique 34 (français). Ces diagrammes sont thématisés d'une façon que les catégories correspondantes puissent être facilement comparables. Par rapport au corpus français, les termes des sources AFPR (2003) et Sirris (2013) ne sont pas inclus dans le calcul des diagrammes, bien que leur contenu soit pris en compte lors de l'analyse des termes.



Graphique 33. Diagramme thématique, articles en anglais.



Graphique 34. Diagramme thématique, articles en français.

Les courbes (Graphique 33 et Graphique 34) montrent l'ensemble des candidats termes pour chaque période, indiquant sur quels thèmes le corpus s'est focalisé. Le nombre total des termes augmente vers la fin ; une des raisons est que, dans les *rapports de Wohlers* plus anciens, les termes ont été utilisés sans être définis, et qu'il a été habituel

de combiner des acronymes aux mots courants, au lieu de créer de nouvelles dénominations. Dans les rapports récents, les termes sont plus descriptifs et visuels, et il y a plus de variantes.

Les termes du corpus sont divisés en sept catégories thématiques (cf. Graphique 33 et Graphique 34) qui correspondent aux phases chronologiques du processus de fabrication et qui sont en même temps des spécialisations du domaine. Le processus commence avec la *conception* (1) qui comprend les logiciels CAO* et des formats de fichiers STL*. Dans le *scanning* (2), sont inclus la *digitalisation 3D** et des méthodes de *rétro-conception**, secteur qui automatise l'acquisition des données d'un objet. Ensuite les *procédés* (3) traitent des techniques d'adaptation pour réaliser des pièces finales dans les *systèmes* (4), autrement dit, dans des *machines de fabrication additive**. Parfois, il faut avoir une phase de l'*outillage* (5) qui concerne le *prototypage rapide** et la fabrication des *moules* pour les pièces finales (*outillage rapide**). Puis, la *finition* (6) comporte le *post-traitement** des pièces, qui est encore souvent nécessaire pour améliorer l'apparence. Finalement, la catégorie de *fabrication* (7) inclut les concepts généraux qui catégorisent d'autres termes.

Diagramme anglais

L'abondance des termes anglais des *procédés* (3) ainsi que des *outillages** et des *moules* est visible sur les trois périodes centrales, puisque de nouvelles innovations ont influencé le nombre de variantes. À cette époque, la terminologie du *prototypage rapide** est beaucoup utilisée, ce qu'on peut aussi se voir par le haut niveau des termes d'*outillage* (5). Le nombre de termes concernant la *finition* (6) et le *scanning* (2) augmente linéairement. Autour des années 2000, les méthodes de conception ont retenu plus d'attention, donc ont augmenté le nombre de termes. Cependant, la *fabrication directe** est devenue plus générale après 2000, ce qu'on peut voir aussi par la croissance du nombre de termes de *fabrication* (7), puis aussi par le changement des noms du domaine (voir la section 5.3.1). Après 2002-04, le changement de profil du domaine a réduit le discours sur l'*outillage**. Le nombre de termes de *scanning* (2) augmente fortement autour de 2006, avec des objectifs d'automatisation du processus de la *fabrication additive**, de la *digitalisation 3D** à l'*extrusion de matériau** et le *post-traitement** du produit. En 2010, plusieurs brevets sont démocratisés, et à peu près au même moment, démarrent des contributions vers la normalisation industrielle ; ensuite, le nombre de termes par rapport à la catégorisation des *procédés* (3) a augmenté de nouveau.

Diagramme français

En suivant les courbes des termes français, il est possible de constater les mêmes

phénomènes qu'avec des termes anglais, mais avec un léger décalage. Celui-ci est causé par le transfert des termes de la *langue pivot*. En 2002-04, le nombre de termes dans les catégories des *procédés* (3) et de l'*outillage* (5) augmente fortement. Cette augmentation, en particulier autour du nombre de termes de l'*outillage*, aussi bien que la pointe des termes de la *finition* (6), dans la même période, peuvent être corrélées au choix du corpus. Le nombre de termes de *scanning* (2) est au plus haut niveau en 2010. Autrement, ces deux diagrammes (anglais et français) semblent formellement se ressembler.

	Nouveaux groupes	Type principal d'analyse
A	Les termes de la <i>fabrication</i> en général (7), aussi bien que ceux des applications des méthodes, par exemple l' <i>outillage</i> * (5)	Diachronique / conceptuel
B	Les termes de la <i>conception</i> (1) et du <i>scanning</i> (2)	Conceptuel
C	Les <i>procédés</i> (3)	Diachronique
D	Les termes qui expliquent les détails de <i>systèmes</i> (4)	Conceptuel
E	Les termes de la <i>finition</i> (6)	Conceptuel

Tableau 35. Groupement des candidats termes pour l'analyse.

Dans l'analyse, dans le glossaire et dans les schémas, des termes sont mis dans les nouvelles catégories, comme présentés dans le Tableau 35. Par rapport donc au groupement thématique présenté auparavant, les termes de *fabrication* (7) et de *procédés* (3) sont les plus influencés par la normalisation du domaine : leur évolution est mieux visible, ce qui fait que ces changements sont traités profondément dans l'analyse diachronique. Les termes de *conception* (1) et de *scanning* (2) sont centraux dans la *fabrication additive**, sans avoir beaucoup de variation ; la plupart d'eux sont présentés dans le glossaire. À cause de la nouvelle profilisation du domaine, l'évolution des termes d'*outillage* (5) n'est pas considérée comme essentielle dans cette étude, alors que, paradoxalement, le terme *outillage** fait lui-même parmi des termes du glossaire. Les machines et leurs détails forment une grande partie des termes du glossaire ; ces termes n'ayant pas changé, ils ne seront pas analysés davantage, au-delà de la catégorisation thématique. Parce qu'ils n'ont pas rencontré un tel transfert, sont plutôt présentés dans le glossaire et l'orientation de l'analyse est clairement linguistique. Les termes de *finition* (6) n'ont pas changé récemment : ils appartiennent aux technologies conventionnelles ; ils ne sont donc pas analysés diachroniquement.

5.2 Analyse synchronique

La perspective d'un expert a guidé la sélection des termes du glossaire, ainsi que la

variation thématique diachronique du corpus, comme expliqué à la section 5.1.3. La sélection des termes est basée sur la situation quotidienne du domaine en prenant compte des prévisions, mais la tendance des changements rapides et non-prévus peut avoir des effets même immédiats. De ces points de vue, il faut réfléchir comment des termes profitent au travail quotidien d'experts, pour qu'ils ne soient pas trop évidents ou trop détaillés. D'autre part, le domaine est très diversifié avec autant de candidat termes à cause du développement technologique rapide. Le glossaire est devenu assez vaste malgré toutes les limitations thématiques, bien qu'il ne puisse pas montrer la totalité de la terminologie du domaine. Le glossaire est le prisme des termes pertinents, une synthèse des termes qui sont sélectionnés à l'aide des résultats analytiques.

Le glossaire trilingue final est présenté dans l'annexe 4. Les *schémas conceptuels* sont respectivement dans l'annexe 5.

5.2.1 Examen de termes variables

Pour commencer la sélection de termes de cette étude, nous avons analysé les glossaires, qui sont inclus à la fin des *rapports de Wohlers* depuis 2000. Quelques termes de ces glossaires sont analysés, en particulier s'il a pu être trouvé un changement particulier des termes ou leurs définitions.

Dans les trois tableaux terminographiques de l'annexe 2 (Tableau 55, Tableau 56 et Tableau 57), sont présentées des entrées des glossaires successifs de *Wohlers*, ce qui permet de voir quels termes ont été ajoutés ou omis. Le dernier glossaire est comparé à la norme récente de l'*ASTM**. L'étude montre que le nombre des termes a triplé, les variantes étant prises en compte. Pour le nom du domaine, le nombre de synonymes a également augmenté ; il y a dix synonymes en anglais dans le rapport de 2013, dont neuf se retrouvent aussi dans la norme de l'*ASTM**. Les noms des procédés actuels en anglais sont des néologismes normalisés, présentés dans la norme *ASTM F2792* de 2013. Le nombre total des entrées est de 34.

- Dans ces trois tableaux, devant certains termes, se trouvent les lettres *F* ou *M*, qui correspondent aux mots anglais *fabrication* et *manufacturing*, lesquels ont une nuance différente en anglais, le dernier étant plus industriel et automatisé. Les deux termes dans le tableau, qui sont indiqués avec ces lettres, ont la même signification en pratique, mais à cause du changement du nom du domaine, la signification s'est étendue. Généralement, les termes indiqués avec *F* sont utilisés en 2007, tandis que les termes indiqués avec *M* sont utilisés à partir de 2011.
- Les remarques de certains termes dans ces trois tableaux sont marqués avec des lettres (division par trois tableaux : a → g = tableau 1/3, h → k = tableau 2/3, l → r = tableau 3/3).

De ces trois tableaux, nous pouvons faire les commentaires suivants :

Fabrication :

- (a) Pour *freeform fabrication*, il y a encore, en 2013, trois formes d'orthographe. (les autres formes sont *SFF/ Solid Freeform Fabrication* et *FFF/ Freeform Fabrication*). Le phénomène avec les lettres majuscules d'avant 2011 est visible avec ce terme.
- (e) La signification du terme *FFF* est également étendue par une nouvelle définition. Ce terme est maintenant une variante pour la *fabrication additive**.
- (b) Les mots entre parenthèses indiquent la définition qui a changé parallèlement dans le nom domaniale. Ensuite, ailleurs dans le rapport, sont utilisées les variantes *RP systems* et *RM systems* incluant des acronymes faits des initiales.
- (g) Le *RE* montre la tendance à créer des acronymes pour chaque terme. Néanmoins, cet acronyme n'est pas devenu fréquent dans l'usage. Est favorisé le terme original *reverse engineering**.
- (h) Le *RP* est utilisé fréquemment dans le rapport, car il est l'acronyme pour le nom du domaine à l'époque. Avant 2007, il y a plusieurs autres acronymes, mais après 2007, leur utilisation n'est plus fréquente. Il semble que les conventions aient changé, avec les acronymes, comme avec lettres initiales majuscules.
- (i) [*RM*]. La même chose avec l'acronyme qu'en (h). Le terme (j) et son acronyme (i) ne sont pas fréquents.
- (j) [*rapid manufacturing*]. Ce terme a été le nom du domaine à l'époque, avec omission des initiales majuscules comme en (h). Aujourd'hui, le terme *direct manufacturing** est préféré pour la *fabrication additive** des pièces.
- (k) [*rapid tooling**]. Sur la norme, il y a deux significations pour ce terme multidimensionnel. Cela veut indiquer que l'*outillage rapide** peut être réalisé également par les méthodes conventionnelles.
- (o) [*Tooling**]. Ce terme vulgarisé n'est pas non plus (depuis 2011) écrit avec une lettre initiale majuscule.

Conception :

- (c) [*CAD, CAM, CNC*]. Ces acronymes clés sont dans les glossaires et dans la norme bien qu'ils soient assez connus parmi les experts.
- (m) [*solid model**]. Dans les trois définitions successives pour *solid model**, la dernière de 2013 contient les mots « with computer », bien que seulement l'acronyme *CAD** réfère déjà à l'utilisation des ordinateurs. Néanmoins, les définitions précédentes ne contiennent pas ces mots complémentaires.
- (n) [*surface model**]. Les glossaires récents, aussi bien que la norme, ont omis l'acronyme *CAD** de la définition de *surface model**. Également, la définition contient plus de détails techniques après 2011. Cette tendance à offrir des détails est visible d'ailleurs aussi, partiellement à cause des défis mathématiques, en réalisant des modèles numériques. En même temps, le domaine s'est stabilisé et les choses fondamentales n'ont plus besoin d'explication.
- (f) [*IGES**]. Cet acronyme est encore dans la norme, mais il est omis du glossaire de 2013. Pourtant, il y a encore des machines qui utilisent ce format de fichiers.
- (l) [*STEP**]. Cet acronyme est omis du glossaire, mais il est encore dans la norme.
- (p) [*Triangulation**]. Même tendance à ajouter des détails qu'en (n), car ce terme est d'abord mis au glossaire en 2011. L'autre terme, *metrology*, est aussi pour la première fois intégré au glossaire en 2011.
- (q) [*STL*]. L'origine de l'acronyme *STL** est mentionnée dans les rapports de 2000 et de 2004. Plus tard, il est devenu un terme *de facto*, sur lequel la fonctionnalité des machines est encore basée.
- (d) Le terme *CT* se trouve pour la première fois dans le rapport de 1997. Il y a plusieurs

adaptations médicales réalisées avec les techniques additives dès le début des années 1990. Le rapport de 2007 contient beaucoup d'informations sur la *digitalisation 3D** ; malgré cela, le terme n'entre dans le glossaire qu'en 2011. Cela indique aussi qu'il n'y a pas beaucoup de termes médicaux dans le corpus, ce qui a aidé à faire des limitations contextuelles.

Procédés :

(r) [Les acronymes à la fin du tableau]. Les termes par la suite sont des noms commerciaux et vulgarisés pour les technologies, dont les définitions sont dans la norme de l'ASTM*.

Quand les noms commerciaux (noms propriétaires) se répandent dans l'usage professionnel, il est d'abord fréquent de commencer à les utiliser comme substantifs ; ce sont des *éponymes*, par exemple *stéréolithographie** (cf. p. 84) ou *stratoconception** (cf. p. 83), et des acronymes dérivés de noms propres, comme *SLS** ou *STL** (cf. p. 66). Par contre, quand ces substantifs commencent à signifier des généralités, on parle alors d'*expansion*. Le terme *impression 3D** peut être considéré aussi comme un exemple de cette catégorie.

Les remarques dans les glossaires des *rapports de Wohlers* montrent certaines conventions orthographiques et sémantiques récentes : par exemple, la tendance à utiliser des mots complets en minuscules, ainsi que la tendance à sélectionner des termes scientifiques dans le glossaire. En ce qui concerne plus précisément les variantes orthographiques, les lettres initiales majuscules ont été courantes auparavant, et cela dans les trois langues. Cette même pratique s'est appliquée aussi dans le cas des acronymes (*SLS**, *Selective Laser Sintering* → *selective laser sintering*). L'utilisation des majuscules a été usuelle pour plusieurs termes jusqu'en 2007 ; depuis 2011, est favorisée l'orthographe avec minuscules. En somme, les conventions changent, aussi bien au sein de chaque langue que d'une langue à une autre. L'usage et la formulation des acronymes sont devenus plus généraux entre 2004 et 2011. Puis, dans le corpus anglais, la tendance a été d'utiliser divers termes et acronymes, sans donner d'explications. Les conventions ont changé de sorte qu'en 2013 le nombre des termes a été multiplié : ceux-ci se sont diversifiés, ils ont alors été définis ou bien même expliqués clairement.

Il faut remarquer qu'il y a des termes qui peuvent être au singulier ou au pluriel, comme *LS technology* / *LS technologies*. Selon le contexte, des termes de ce type peuvent signifier la technologie en général ou les machines, ce qui relève aussi de la *métonymie*. Mais des acronymes eux-mêmes sont généralement utilisés aussi, avec une signification étendue. (*SLS** → *selective laser sintering* propose deux significations : la technologie d'une machine ou le procédé utilisant cette technologie)

La *métonymie diachronique* est aussi possible. Par exemple, l'*outillage** et

spécifiquement les *moules* reposent sur la conception des canaux, ce qui sert à fabriquer des structures plus légères. Le terme anglais *conformal cooling channel** pour les *canaux de refroidissement conformes** est d'abord utilisé en 1997. En 2004, deux termes parallèles *conformal-cooling channels* et *conformal-heating channels* apparaissent, le dernier étant une sorte d'*antonyme* du premier. En 2007, le terme *conformal cooling* signifie la méthode ; la signification concrète est devenue abstraite.

Plus souvent, des significations multidimensionnelles sont visibles seulement par l'observation interdisciplinaire des termes. Les termes qui indiquent le nom du domaine (voir 5.3.1), puis les termes *prototype** et *impression 3D** sont des exemples d'*adaptation* : leur signification a changé en diachronie dans le cadre de la *fabrication additive** ; cette adaptation augmente la probabilité de la multidimensionnalité. Les termes multidimensionnels, qui sont définis dans le glossaire, sont les termes *prototype**, *impression 3D**, *sintering**, *infiltration**, *extrusion* et *triangulation**.

- Le terme *prototype** est une combinaison de plusieurs aspects de son utilisation, comme défini dans le glossaire.
- *Sintering** (*frittage**) est utilisé en même temps pour le procédé de *fabrication additive** (*laser sintering**, *frittage laser**) et pour un *post-traitement thermique**.
- Le terme *infiltration** a une définition spécifique en *fabrication additive**, mais il a d'autres significations dans autres domaines scientifiques. *Imprégnation* signifie aussi presque la même chose, mais il n'est pas dans le corpus.
- *Triangulation** est utilisé en *digitalisation 3D** pour numériser des formes à la surface d'un objet, et aussi pour la définition du format des fichiers *STL** avec *facettes** triangulaires. Il est aussi utilisé dans d'autres sciences, avec des significations abstraites et concrètes.

La circulation de termes existants est favorisée, mais parfois les choix sont réservés à cause de la possibilité de créer des fausses connotations entre des domaines proches. Par exemple, *extrusion* (en finnois *extruusio*) est une technique parmi des *technologies de mise en forme**, dans laquelle le matériau est extrudé lentement pour fabriquer des tubes fixés (en *fabrication additive** il s'agit d'extruder le *filament* de la *tête d'impression**). Ces exemples de multidimensionnalité existent dans les trois langues, ce qui veut dire que le phénomène est en relation avec une technologie plutôt qu'avec une langue particulière. À cause de l'interdisciplinarité, l'adaptation d'une nouvelle signification nécessite une définition et une clarification des différences.

ASTM + W13	only in W13	only in ASTM
------------	-------------	--------------

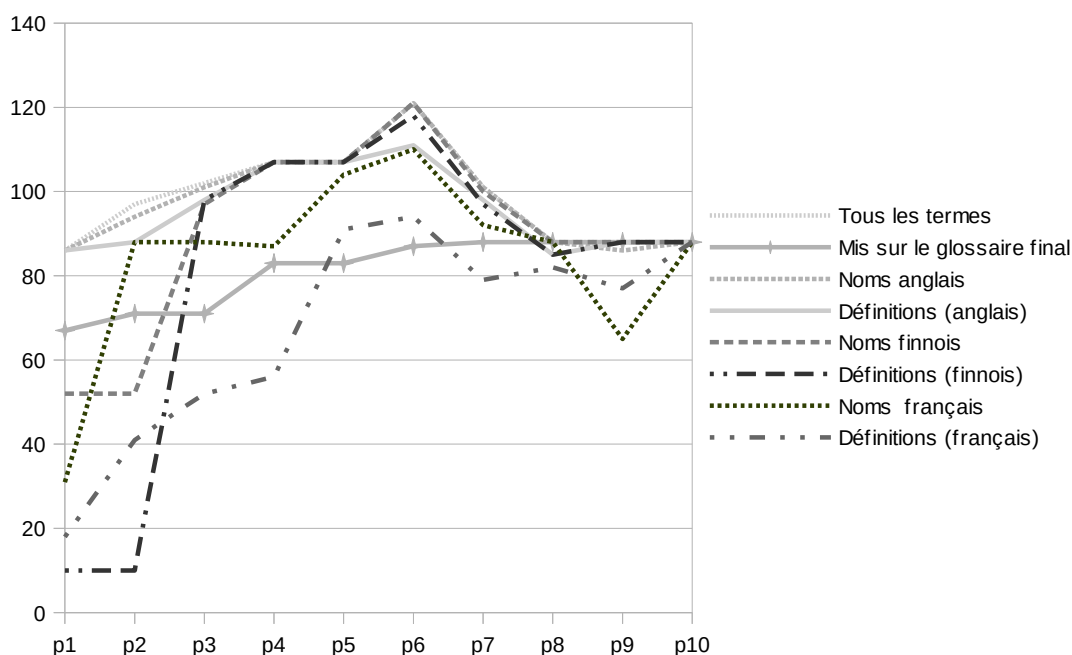
Tableau 36. Termes du glossaire pris des sources primaires anglaises.

En comparant le glossaire final avec la norme de l'*ASTM** et le glossaire de *Wohlers* de 2013, 38 termes sont communs (en anglais). La division des termes du glossaire final entre les sources primaires anglaises est présentée au Tableau 36.

La sélection d'autres termes est basée sur les analyses de la section 5.3.

5.2.2 Analyse du processus terminologique

Dans le glossaire, tous les synonymes d'une langue sont donnés comme équivalents, leur prévalence n'ayant pas été évaluée.



Graphique 37. Nombre des termes du glossaire en dix phases.

Le Graphique 37 présente la variation quantitative des termes ; l'axe vertical présente le nombre total des termes, et l'axe horizontal les phases du travail, expliquées dans la section 4.3.1. La baisse d'une courbe indique que des termes ont été retirés du glossaire. L'entrée d'un terme contient, entre autres, le *nom* et sa *définition*. Leur traitement dans chaque langue est présenté séparément.

De surcroît, les courbes dans le graphe montrent l'ordre du travail. Les termes anglais sont nombreux au début, puis le nombre des termes finnois et français augmente peu à peu. Deux tiers des termes retenus sont dans le glossaire dès le début. Néanmoins, la variation exacte des autres termes est invisible. Par exemple, le nombre de *noms* français semble rester le même entre les phases (p2) et (p4), mais, en même temps, l'entité des termes change : en fait, quatre termes en moyenne sont retirés à chaque phase ; alors évidemment d'autres termes sont également ajoutés. Le nombre des termes est maximal à la phase (p6). Cela est en relation avec la rupture intentionnelle en sélection, pour rester objectif et ne pas fixer les options trop tôt.

Ensuite le graphe montre combien de termes sont dans le glossaire dès le début et combien de termes ont été retirés du glossaire final, car le nombre maximal de candidats termes est environ 120 (cf. Graphique 37). Les candidats termes abandonnés

ont été liés aux techniques conventionnelles : soit ils ont été des termes *de facto* pour des experts, soit ils ont été des termes trop scientifiques pour notre cible, ou ils n'ont pas été spécifiquement des termes de la *fabrication additive**. Quelques termes qui peuvent être aussi considérés comme *de facto*, sont inclus, car ils ont manqué de définitions claires et uniques, puis ils ont été utilisés beaucoup, presque d'une manière vulgarisée.

Le nombre total de tous les termes est de 88, les acronymes formant un quart de ce total. Certains sigles commerciaux des procédés sont considérés comme importants, pour clarifier les relations entre les procédés normalisés ; il faut enfin noter qu'il y a beaucoup de machines en usage qui sont basées sur ces adaptations commerciales.

Les termes inclus sont classifiés de la manière suivante :

- Les termes qui expliquent le contexte et les relations entre les techniques de la fabrication en général ;
- Les applications de la *fabrication additive** ;
- Les termes importants des disciplines connexes, qui sont en relation avec la fabrication additive* ;
- Les procédés normalisés de la *fabrication additive** et les noms commerciaux de certaines adaptations existantes ;
- Les termes de conception, de *rétro-conception**, de numérisation, de géométrie des objets, de formats des fichiers, de manipulation des données, de *digitalisation 3D** ;
- Les termes qui expliquent la structure et la fonctionnalité des *machines de fabrication additive** ;
- Les termes de *post-traitement** des objets finals.

5.2.3 Analyse de relations conceptuelles

L'analyse conceptuelle est basée sur la même catégorisation thématique que toute l'analyse du corpus (5.1.3). Finalement, il y a cinq schémas chronologiques catégorisés de la manière suivante :

- les termes généraux de fabrication ;
- les termes de conception et rétro-conception ;
- les procédés ;
- la structure et la fonctionnalité des machines ;
- les méthodes du post-traitement.

Ensuite, les termes sont numérotés de la même façon sur les schémas et dans le glossaire, pour en faciliter l'identification ; ces mêmes nombres sont utilisés dans cette section. La plupart des termes sont une seule fois sur les schémas. Les exceptions sont les suivantes :

- Le terme *fabrication additive** (1) est placé à la fois sur les schémas de fabrication et des procédés, comme le terme *ASTM** (3).
- Le terme *CAO** (15) est un terme pertinent et général de conception qui est à la fois

sur les schémas de fabrication et de conception.

- Le terme *structure de support, ancrage** (33) est sur les schémas de conception et de *post-traitement**, car il faut prendre en compte les supports lors de la conception, pour pouvoir les enlever facilement de l'objet final.
- Le terme *machines de fabrication additive** (47) est sur les schémas de conception et de machines, ce dernier expliquant en détail la structure des machines. Les machines doivent supporter les formats numériques de conception.

L'analyse conceptuelle explique les relations entre les termes du glossaire. La notation pour les relations dans les schémas conceptuels est donnée en 4.3.4, incluant les relations suivantes : a) *relation méronymique*, b) *relation connexe pertinente*, c) *relation fonctionnelle*, d) *relation hiérarchique*, e) *relation transversale*.

Les *relations méronymiques* (a) et *hiérarchiques* (d) sont des relations simples, qui sont les plus nombreuses dans les schémas. Il s'agit des termes qui peuvent être mis facilement dans les catégories techniques, présentée au-dessus. En ce qui concerne les *relations méronymiques* (a), une ligne pointillée marque la « partie la moins probable » dans le contexte de la *fabrication additive** ; dans les schémas, il y a un seul cas :

11) *fabrication hybride** <> 12) *fabrication conventionnelle**

Par rapport au terme *fabrication hybride**, la composition peut varier de façon qu'il n'y ait que plusieurs adaptations additives, tandis que la *fabrication conventionnelle** fait référence au *post-traitement**, l'autre élément possible de la composition. Malgré la rareté des exemples, cette relation pointillée est quand même considérée comme pertinente, afin de rester décrite dans un schéma.

Parmi les termes de fabrication, il y a plusieurs *relations de connexes pertinents* (b) entre des termes, d'où le besoin d'expliquer certains termes qui donnent une information essentielle pour comprendre les autres relations. Ensuite, ces *concepts* ne sont pas uniquement liés à la *fabrication additive**. Ce même phénomène est visible aussi sur les termes de conception ; par exemple, les logiciels sont utilisés dans la fabrication en général, bien qu'il y ait des caractéristiques spécifiques pour les *modèles volumiques**, qui sont préalables à la *fabrication additive**. Il y a deux cas de *relation de synonymie partielle* (b) :

1) *fabrication additive** <> 2) *impression 3D** et

31) *modèle CAO 3D** <> 30) *modèle volumique**

Dans le premier cas, les termes sont utilisés de façon interchangeable, mais à cause des connotations liées à la qualité des produits, ils ne signifient pas exactement la même chose. Cependant, on peut penser qu'ils seront des synonymes dans le futur ; le terme *impression 3D** (2) n'est alors pas associé au terme *imprimante 3D** dans le schéma de conception, car ce terme de machine a les connotations encore plus fortes

dans les machines simples de mauvaise qualité. Dans le deuxième cas, par rapport à ces termes de conception numérique, le dernier terme est plus abstrait que le premier qui est associé au logiciel utilisé.

Toutes les *relations fonctionnelles* (c) sont dans le schéma de conception. Elles montrent comment on peut produire par exemple des formats de fichier différents ou comment la conception procède chronologiquement. Enfin, il y a deux *relations transversales* (e) :

27) *modèle surfacique** <> 29) *modélisation volumique** et

34) *IGES** <> 35) *STEP**

Dans le premier cas, le premier terme est utilisé comme une source, pour le second terme, pour créer un *modèle volumique** (30). Dans le deuxième cas, le second terme est originalement dérivé du premier, les deux étant des formats de fichiers, compris par les *machines de fabrication additive**. La relation n'est pas directement *fonctionnelle*, bien que les termes soient plus attachés que dans le cadre d'une *relation connexe pertinente* (b).

5.2.4 Analyse d'équivalence interlinguistique

			finnois	%	français
1	E	équivalence totale	30	34.09	41
	P	équivalence partielle	4	4.55	10
	M	manque de terme	54	61.36	37
2	E	* emprunt direct ou adapté	20	37.04	11
	T	* traduction littérale	16	29.63	18
	C	* néologisme	8	14.81	5
	X	* explication (euphémisme)	10	18.52	4
3	V	vulgarisé	19	21.59	27

Tableau 38. Équivalence des termes du glossaire en fonction de la langue pivot.

Après la finition du glossaire, les termes ont été classifiés par rapport à la *langue pivot*, en utilisant la même classification que Kujamäki (2013 : 364), qui distingue entre emprunts directs ou adaptés, traductions littérales, néologismes ou euphémismes (3.4.1). D'où le Tableau 38, et dans l'annexe 2 les tableaux : Tableau 61 (1/2) et Tableau 62 (2/2).

- Dans les tableaux des annexes, les termes sont classifiés en trois groupes (la première colonne du Tableau 38), où sont marquées des sous-catégories (la deuxième colonne du Tableau 38).
- Puisque l'anglais est la *langue pivot* du domaine, les deux autres langues sont comparées séparément avec l'anglais. Les trois sous-catégories principales sont dans le premier groupe, en haut du Tableau 38, les quatre catégories marquées avec un astérisque (*) sont des sous-catégories pour le *manque de terme* (M) du premier groupe. Les pourcentages sont en relation avec le nombre total des termes, sauf ces quatre sous-catégories à deuxième groupe, calculés par rapport à la seule catégorie M.

- La catégorie *manque de terme* (M) veut dire qu'un terme n'a pas un équivalent univoque dans la langue en question, alors il faut en déduire à l'aide du corpus et parfois chercher plus d'informations pour sa traduction et explication. Ces sources sont mises dans l'annexe 1 Support à la traduction.

Le nombre des *équivalents* (E) pourrait donner des informations au sujet de la stabilité terminologique. Selon ces calculs, il y a moins de termes dans la catégorie (M) en français qu'en finnois ; en finnois, il y a plus d'*emprunts* (E) et d'*explications* (X). Le nombre des emprunts et des traductions en français indiquent le développement récent et rapide de la technologie et le changement des termes internationaux normalisés.

Le troisième groupe de termes *vulgarisés* concerne des termes univoques qui sont utilisés couramment et quotidiennement dans le discours professionnel, pas nécessairement par le public. Parmi les catégories de deuxième colonne (cf. Tableau 38), les termes vulgarisés sont le plus souvent des *équivalents* (E&P), mais quelques *emprunts* (E) acronymiques, peuvent aussi être vulgarisés. Pour économiser la terminologie, des formes courtes et claires tendent à rester en usage actuel.

La vulgarisation des termes tend à leur enlever le caractère de terme. Par exemple, des mots anglais, comme *bond* / *bonding*, *laser beam* et *lenses* recouvrent des concepts compréhensibles et vulgarisés : alors ces mots ne sont alors plus considérés comme des termes, bien qu'ils restent des concepts importants. Par ailleurs, la vulgarisation peut traiter des termes qui ne sont plus considérés propres à un domaine ; ce sont des termes utilisés dans un usage standard quotidien. Ce type de mots ou concepts vulgarisés ne sont pas de bons candidats terminologiques non plus. Par exemple, il existe en finnois (TEKES, 1997) le terme *rautalankamalli* pour expliquer « un modèle visuel de CAO* d'un objet avec seulement un contour transparent ». Ce mot finnois ne répond plus aux critères d'un terme, c'est une *métaphore* qui signifie « une solution ou une conception simplifiée pour une chose », avec des connotations indésirables en terminologie.

5.3 Analyse diachronique de concepts centraux

Toute la fabrication peut être mise dans deux catégories : la *fabrication conventionnelle** et la *fabrication additive**. La première retire le matériau : le concept principal pour la seconde est la perspective de construire *par ajout de couches successives*. Ensuite, la distinction entre ces catégories a eu des effets dans le développement terminologique. Ces analyses ont été utilisées comme références dans la compilation du glossaire.

Les variantes pour le concept *couche par couche*, pour le nom du domaine, pour les *prototypes** et pour les termes traitant de *digitalisation 3D** (en particulier en français), encore utilisés aujourd'hui parallèlement, sont des exemples de variantes qui montrent une sélection des caractéristiques différentes du concept.

	Variantes
Anglais	Layer by layer ; Layer upon layer ; Joining materials in successive layers ; Additive techniques ; Join together materials to form parts ; To create free-form objects
Français	Assemblage/ construction/ fabrication/ couche par couche ; Flashage couche par couche/ point par point ; Mises sous l'étiquette de « fabrication forme libre » ; Fabriquée par les techniques de construction additives ; Fabrication par couches additive ; Fabrication par couche/ par addition de matière/ par apport de matière ; Fabrication par addition de couches/ par ajout de couches successives ; Fabrication par ajout de matière ; Fabriquer des pièces par strates successives ; Pour créer des objets 3D strate par strate ; Les techniques de superposition de couches ; Des technologies par empilement de couches ; Agglomérée couche par couche
Finnois	Kerros kerrokselta ; Kerros-kerrokselta -periaate/tekniikka ; muodostuu/ valmistetaan kerroksittain ; Tulostaa kerroksina ; Rakentuu päällekkäin kasvatetuista kerroksista ; Toinen toisensa päälle tulostettavista ainekerroksista ; Monesta ohuesta kerroksesta kappaleita kokoava ; Viipale kerrallaan

Tableau 39. Variantes de l'expression *couche par couche*.

Il y a plusieurs expressions pour expliquer comment construire ou fabriquer des pièces additivement, et de cette manière, d'accentuer des perspectives différentes du processus. Pourtant, pour chaque langue, le nombre de variantes est différent ; dans le Tableau 39 sont présentées ces variantes, dont certains candidats sont accentués en gras. En anglais, les deux premières expressions données sont utilisées régulièrement. En français, la quantité est plus grande avec la diversité morphologique et syntaxique. En finnois, il y a trois équivalents *kerros kerrokselta* / *kerroksittain* / *kerroksina*, les variantes morphologiques du mot *couche*, étant combinées avec plusieurs verbes pour en éviter la répétition, sauf la variante *viipale kerrallaan* (strate par strate). Les autres variantes finnoises sont plutôt des *euphémismes* ou des *traductions littéraires*, lesquels sont des expressions de langue standard, au lieu d'être valides pour des candidats terminologiques.

Récemment, ces deux catégories de la fabrication, additive et conventionnelle, ont été mises ensemble. Dans le corpus en finnois, il y a le concept « *hybridilaitte, jossa on yhdistetty lasersintrauslaitte ja suurnopeustyöstökone* » (machine hybride qui fait le *frittage laser* et l'*usinage* (ugv)), ce qui indique la combinaison des *fabrications additive* et *conventionnelle*. En même temps, le terme *fabrication hybride** peut signifier une combinaison de plusieurs techniques additives, puis une combinaison d'un ou plusieurs procédés de fabrication et du *post-traitement**.

La fabrication conventionnelle est ensuite divisée en deux : la *fabrication soustractive** et les *technologies de mise en forme**. En anglais, le terme *subtractive manufacturing** (*fabrication soustractive**) est établi comme *antonyme* de la *fabrication additive** (*additive manufacturing**), autour de 2007. Dans le corpus, on a les termes *subtractive method* (2007) et *subtractive manufacturing** (2011), le mot *subtractive* n'apparaissant pas auparavant.

	Français
2002-04	Fabrication par couches soustractive / fabrication par couches additive ; Procédé soustractif de lamination (LOM) ; Techniques d'enlèvement de matière
2006-08	Fabrication par couches soustractive ; Les techniques soustractives ; Procédés « soustractifs » d'usinage ; Le constructeur de petite fraiseuse de prototypage rapide « soustractif » ; Prototypage rapide par soustraction
2010-11	Les techniques de fabrication par couches soustractive et additive
2012-13	L'usinage numérique (soustractif) à grande vitesse ; La machine hybride – additive et soustractive ; Fabrication additive et soustractive sur un même équipement

Tableau 40. Utilisation de « soustractif » dans le corpus français.

Comme présenté au Tableau 40, en français, on parle de *fabrication par couches additive/soustractive* déjà en 2002-04 pour catégoriser les méthodes de la *fabrication additive** de l'époque. Plus tard, l'apposition *soustractif* est associée aux *techniques d'enlèvement de matière* (AFPR, 2003), comme un *antonyme* de *fabrication additive**.

Autrement, les termes *formative methods* et *formative processes* signifient des *technologies de mises en forme** en 2007. Ces termes anglais n'apparaissent plus en 2013, le mot *formative* étant plus facilement associé à l'éducation qu'à la fabrication. Le terme *forming technologies* étant un nom d'une société du domaine, on utilise alors le terme *forming techniques**. En finnois, les méthodes *technologies de mise en forme** (*forming techniques**) et *fabrication soustractive** sont de la même forme grammaticale, respectivement, *materiaalia muovaavat menetelmät** et *materiaalia poistavat menetelmät**, avec les verbes *muovaavat* (inf. *muovata*, mettre en forme) et *poistavat* (inf. *poistaa*, retirer).

La *fabrication additive** comprend trois usages : *outillage rapide** (*rapid tooling**), *prototypage rapide** (*rapid prototyping**) et *fabrication directe** (*direct manufacturing**). En anglais, ainsi qu'en français, les termes *tool/ tooling** et *outil/ outillage** peuvent avoir une signification abstraite ou concrète (par *métonymie*), la première expliquant une technologie ou une méthode de l'*outillage**, la seconde expliquant un outillage concret. L'interprétation dépend du contexte. Le développement technologique augmente le nombre de termes, car les termes sont des indicateurs cognitifs associés aux nouvelles innovations, comme on peut le voir avec les variantes de *tooling** en anglais.

- L'*outillage de moules* est présenté avec le terme anglais *injection mold tooling* (1995-96)
- Est parlé d'abord simplement de *tooling**, puis il y a eu le besoin de spécifier le nom, avec des appositions : *silicone rubber tooling*, *epoxy tooling* et *spray metal tooling* (1997), même si le terme original est encore utilisé en parallèle.
- Le terme a évolué avec une *combinaison* détaillée : *epoxy-based composite tooling* (2004), ce qui signale l'évolution des matériaux.
- La variante *plastic injection molding* (1997), et plus tard la variante elliptique *injection molding* (depuis 2007) seront utilisées pour cette méthode populaire,

bien qu'il y ait aussi d'autres méthodes de *moulage* avec des adaptations de *fabrication additive**.

- Mais c'est seulement en 2013 que ce terme apparaît pour la première fois dans le glossaire de *Wohlers*, accompagné avec un nouvel acronyme *PIM**.

Depuis 2004, les termes anglais *indirect/ pattern-based approaches* sont utilisés pour expliquer les divers moyens de l'*outillage rapide** ; le terme *direct approaches* signifie les méthodes de la *fabrication directe**. L'apposition *indirect* n'est pas associée au terme de fabrication dans le corpus anglais ; l'apposition *pattern-based* est plus descriptive, et *indirect* est alors plus artificielle. Il est compliqué de trouver un équivalent approprié en finnois, la *traduction littérale* (*epäsuora valmistus*) ressemble trop à l'*antonyme* respectif (*suora valmistus*) pour être distinctif.

Cependant, en français les termes *fabrication directe** et *fabriquer directement* sont établis déjà en 1997-98, ainsi avant le terme *fabrication rapide*, utilisé en parallèle depuis 2002-04. La *fabrication rapide* a causé un peu de confusion, car le terme est facilement associé au *prototypage rapide**, ce qui apporte les connotations limitées pour la signification actuelle du terme. Le terme *fabrication indirecte* est apparu en 2006-08. Il est utilisé rarement comme *antonyme* de *fabrication directe**. Parfois, la *fabrication indirecte* peut signifier la fabrication par *post-traitement**, en parallèle avec l'association à l'*outillage**. D'où l'effacement d'*indirect* trop polysémique.

Tous les *machines de la fabrication additive** comprendront le format fichier *STL**. Ce même format est utilisé dès les premières innovations du domaine.

	Anglais
1995-96	STL-files
1997	Clean STL file ; STL format ; Small triangular facets ; Tile conversion work with extensive STL editing capabilities
2000	STL (STereoLithography) file ; Creating a polygonal mesh model ; Triangular facets ; STL file creation
2004	STL file ; STL triangle mesh file ; Triangular mesh or mathematical surface model
2007	STL file ; Mesh approximation
2011	STL file ; STL format ; Water-tight surface mesh
2013	STL file ; STL format ; Proprietary mesh resurfacing technique to transform a CAD model for STL output

Tableau 41. Terminologie de *STL**.

Le Tableau 41 présente quelques variantes anglaises pour les termes de *STL**, mais ils sont rares :

- La forme *STL files* est présente déjà en 1995-96.
- En 1997, il y a encore plus de définitions pour un fichier dans *STL format* contenant *small triangular facets*, pour la manipulation des géométries

complexes dans des fichiers *STL** de grande taille. En même année, est utilisée la mention *extensive STL editing capabilities*. Pourtant, diachroniquement, la signification de *extensif* ou de *vaste* est très différente en 1997 et en 2014.

- Dès 1997, les logiciels et leur performance sont améliorés, ce qui a probablement augmenté les détails liés aux spécialités mathématiques parmi les termes.
- En 2000, l'origine de l'acronyme est expliquée pour la première fois ; le nom de format vient de stéréolithographie, car il est utilisé premièrement avec ces machines depuis des années 1980, ayant une origine commerciale.
- Puis, après 2004, des détails scientifiques sont ajoutés même à plusieurs variantes, avec la motivation de trouver des variantes sans l'acronyme *STL* (*triangle mesh file*, *mesh approximation*, *water-tight surface mesh*). En parallèle avec ces *euphémismes*, deux termes (*STL file* et *STL format*) sont restés en usage.

Le *STL** sera bientôt accompagné par *AMF**, autre format de fichier. Donc, il y aura besoin d'un terme générique pour signifier ces deux formats. La généralisation est déjà visible dans les dénominations des logiciels, qui se concentrent sur la fonctionnalité au lieu du fabricant ; ainsi, par exemple, le terme en finnois *Cad-ohjelma* (*CAD software*, *logiciel CAO*) a eu une variante *3D suunnitteluhjelma* (*3D design software*).

5.3.1 Analyse de nom domanial

Actuellement, des experts utilisent plusieurs noms du domaine, qui ont la même valeur discursive. Le travail terminologique du domaine est basée sur les choix libres d'experts, partiellement à cause de la rapidité des changements technologiques. Même la normalisation essaie de donner seulement des recommandations d'usage terminologique. Éventuellement, certains termes vont devenir plus ou moins fréquents pendant le temps, leurs significations peuvent étendre, ou se réduire à un sous-domaine spécifique. Au début, le nom du domaine a été *rapid prototyping**, mais des besoins de changer le nom sont venus avec le développement technologique et de nouvelles applications. Le terme préféré a été alors *rapid manufacturing*, créée par *substitution*, pour notifier la distinction des méthodes qui supportent la conception, puis le terme *additive fabrication* (*rapid* ignorant la façon de construire).

Souvent, les termes anciens survivent sous la forme d'acronymes. Par exemple, quand le nom du domaine a changé de *rapid prototyping** à *rapid manufacturing* puis à *additive manufacturing**, les termes combinés ont changé respectivement de *RP pattern* à *RM pattern* et à *AM pattern*. Bien qu'ils décrivent les mêmes modèles, ils ne sont pas synonymes à cause de leur signification. Dans le cas du dernier terme, les techniques sont devenues plus compliquées et plus diversifiées que les précédentes.

	Les variantes du glossaire	Les autres variantes
Anglais	Additive fabrication, Additive processes,	

	Additive techniques, SFF – Solid Freeform Fabrication, Additive manufacturing, Additive layer manufacturing, Layer manufacturing, Freeform fabrication, AM, 3D printing.	
Français	La fabrication additive, Fabrication 3D, Les technologies additives, L'additive manufacturing, L'AM, L'impression 3D.	L'e-manufacturing, Les technologies de fabrication additive, Les techniques d'additive manufacturing (AM), Les techniques AM
Finnois	Lisäävä valmistus, Materiaalia lisäävä valmistus, Ainetta lisäävä valmistus, AM-tekniikka, 3D-tulostus, 3D Printing, Additive Manufacturing (AM), Pikavalmistus, Lisäävä pikavalmistus	Materiaalin lisäysteknologia, (Materiaalia/ Ainetta) lisäävä (valmistus)tekniikka/-menetelmä/-teknologia, 3D-printtitekniikka, Pikavalmistustekniikka/-menetelmä, Additiivinen tekniikka,/ valmistus, Digital manufacturing, Digitaalinen valmistus

Tableau 42. Variantes actuelles du nom du domaine.

Le nom du domaine a changé plusieurs fois pendant le laps de temps étudié, ce qui semble partiellement intentionnel. De plus, il est possible de voir aussi, dans les glossaires de *Wohlers*, que l'accentuation des thèmes du domaine a changé. Les variantes actuelles sont montrées dans le Tableau 42. Dans la colonne de droite, il y a les variantes qui ne sont pas incluses dans le glossaire final de cette étude.

Le terme anglais *additive processes* est un synonyme pour *fabrication additive**. Par contre, en finnois et en français, il n'est pas considéré comme synonyme ; il peut être traduit littéralement comme les *procédés additifs* (*lisäävät valmistusmenetelmät*), ce qui indique les diverses procédés technologiques de *fabrication additive** au lieu de tout le domaine. En anglais aussi, les termes *layer manufacturing* et *additive layer manufacturing* sont, tous les deux, des synonymes interchangeables pour la *fabrication additive**, sans des connotations à des méthodes soustractives. Pourtant, en français, on utilise l'expression *fabrication par couches soustractive/additive*, donc dans les technologies conventionnelles, respectivement, sont retirées d'une pièce des couches de matériau. En finnois, la traduction littérale *kerroksittain valmistus* (fabrication par couches) est possible, même s'il n'est pas utilisé comme un terme ; donc, il est omis du glossaire final de cette étude, mais il pourrait être un terme à venir à condition que la signification du terme anglais puisse s'étendre.

En finnois, il est facile de formuler des variantes, par exemple l'entrée (*materiaalia/ ainetta*) *lisäävä (valmistus)tekniikka/ -menetelmä/ -teknologia* contient dix-huit variantes différentes (Les mots entre parenthèses peuvent être ajoutés ou omis du terme, et les barres montrent des alternatives). Ensuite, il y a les *emprunts adaptés* qui contiennent le mot *additiivinen* (*additive*) comme *additiivinen valmistus/ tekniikka*. Cependant, il y a plus de défis à formuler un terme court et simple. Souvent, les traductions littérales peuvent contenir des éléments trop courants d'une langue, alors il est compliqué de

distinguer tels termes par exemples des termes existants ou des mots courants, même dans le contexte, ou les considérer comme des termes à part entière. À son tour, le terme *pikavalmistus*, qui est un néologisme des années 1990, est le résultat d'une coopération d'experts (Source : Entretien avec la FIRPA, Turku, 7 février 2014). Il est associé fortement au *prototypage rapide**, d'où la tendance à éviter son usage actuel par des experts, à cause des connotations erronées (les experts l'associent aux *prototypes* au lieu des nouveautés de la *fabrication additive**). Quand même il serait possible de changer ces connotations avec des nouvelles définitions terminologiques, partant des motifs d'experts. La première solution pour un terme est souvent la meilleure alternative ; il peut donc aussi évoluer pour avoir de nouvelles déterminations, plus étendues ou bien complètement différentes. Aujourd'hui la FIRPA favorise des termes comme *Materiaalia lisäävä valmistus**, *3D-tulostus**, *AM-tekniikka*, *3D Printing* et *Additive Manufacturing (AM)* (Source : le site Internet de FIRPA www.firpa.fi), dont les deux derniers sont des *emprunts directs*.

5.3.2 Analyse de terme impression 3D

L'augmentation de l'utilisation du terme *impression 3D** est une raison pour l'étudier de près. Les premières *imprimantes 3D** furent construites au début des années 1990. Elles ont utilisé la technologie *3DP** développée originalement par le MIT (Massachusetts Institute of Technology), aux États-Unis. Plus tard, d'autres technologies ont remplacé le *3DP** pour ces *machines de bureau*. Le procédé *3DP** est utilisé davantage dans des *machines industrielles**, et va être expliqué dans la catégorie procédurale de *projection de liant**. Aujourd'hui, les *imprimantes 3D** sont plus souvent basés sur le procédé *FDM** de la catégorie procédurale d'*extrusion de matériau*.

	Anglais	Français
1994-96	3D printing systems; Lower-cost office systems; Office modeling machine	L'impression par bulles d'encre ou de cire pour réaliser des « imprimantes 3D » connectées à la CAO ; L'« imprimante » en 3D de la CAO ; La machine de « bureau »
1997-98	Three-dimensional printing (3DP) ; 3DP; 3D object printers; 3D inkjet printing (3DP); Modeling early and often using a 3D printer	
2000-01	3D printers are expected to improve and become more popular; A concept modeler; Making three-dimensional "prints" for design review	L'impression 3D ; Les imprimantes 3D ; « imprimantes 3D » ; l'imprimante d'objets solides ; Les « imprimantes 3D » de bureau ; La <i>technologie</i> « <i>jet d'encre</i> »
2002-04	3D printer for concept modeling; Inkjet printing (3P) technology; 3D printer that prints in multiple colors	Les imprimantes 3D hautes vitesses ; Des imprimantes 3D à prix cassés ; Impression en 3 dimensions

2006-08	Desktop 3D printers; 3D printers	Le boom des imprimantes 3D ; Des machines dites d'impression 3D particulièrement économiques et performantes ; Une imprimante 3D à jet d'encre couleur ; Imprimantes 3D utilisent la technologie de dépôt de fil ABS
2010-11	Additive manufacturing and 3D printing systems; Low-cost 3D printers; Low-cost "personal" systems"; Personal 3D printers	Des systèmes « personnels » low cost ; Les machines AM
2012-13	Multi-head 3D printer; Inexpensive personal 3D printers <i>based on material extrusion technology</i> ; Consumer 3D printer; The home 3D printer	Machines d'impression 3D; Machines industrielles ; Les premières imprimantes personnelles en 3D ; D'une imprimante 3D couleur ; <i>Projection de liant s'agit de la technique d'impression 3D proprement dite</i>

Tableau 43. Évolution du terme *impression 3D**.

Comme présenté dans le Tableau 43, il y a plusieurs variantes à l'époque. Même tous les experts du domaine ne font pas systématiquement les différences dans l'usage de ces variantes. Les principales techniques des différentes époques ne sont pas comparables, bien que les mêmes expressions générales soient valides à toutes les époques ; leurs significations sont étendues, donc la confusion des termes est évidente. La connexion aux imprimantes ordinaires du bureau est évidemment derrière ces visions techniques, ainsi que derrière ces choix terminologiques pour créer certaines connotations. Le terme indique une utilisation facile et sécuritaire de la machine. L'utilisation des guillemets signale cette confusion et l'instabilité terminologique ; les connotations visuelles sont créées par des *euphémismes*.

- Le terme *imprimante en 3D* est utilisé la première fois dans les articles francophones déjà en 1994-96 : les termes *3D printing** et *imprimante 3D** sont utilisés seulement pour les machines de bureau et de conception.
- Ensuite, les prix cassés et la popularité ont accentué l'emploi de ces termes, dès 1997-98, alors la dénomination est basée dès le début dans l'intention d'en augmenter la commercialisation.
- Autour de 2000-01, on a essayé d'ajouter des détails techniques au terme, pour différencier les machines déjà existantes.
- Par contre, depuis 2002-04, les détails sont utilisés plutôt pour expliquer les dernières innovations et pour séparer les nouvelles machines de leurs prédécesseurs. Les différences techniques n'ont pas tant de visibilité dans les termes. Au lieu de cela, la construction des machines et la facilité de l'utilisation sont apparus des aspects plus importants, comme la généralisation des termes.
- En 2010-11, après la démocratisation des brevets, l'apposition *low-cost* implique des *imprimantes 3D** personnelles qui vont se retrouver en vente pour le grand public, d'où le besoin de les distinguer des *machines industrielles**. En même temps, le terme *additive manufacturing** et *3D printing** sont présentés comme synonymes.
- En 2012-13, les variantes impliquent aussi les nouveautés de l'époque, comme *multi-head* et *couleur*.

Finnois

En finnois, on parle aussi de *3D toimistotulostimet* (imprimantes 3D de bureau) dans le rapport de TEKES (1997), dans un sens similaire à l'anglais de l'époque. Cependant, quand peut-on dater l'utilisation du terme *3D-tulostus** (*impression 3D**) en finnois, en particulier dans le sens moderne, comme synonyme interchangeable pour la *fabrication additive** ? Est déjà fait mention de l'*impression 3D** dans les *articles de l'hebdomadaire finlandais « Tekniikka ja Talous » (T&T)* au début de 2011. Les articles de cet hebdomadaire utilisent le terme *3d-tulostus** (*impression 3D**) avant que le premier article imprimé du début de 2011 utilise *3d-tulostin** (*imprimante 3D**).

	2011	2012	2013
3d-tulostaminen		x	x
3D-tulostaminen			x
3d-tulostus	x	x	x
3D-tulostus		x	x
3D-tulostustekniikka			x
3d-tulostustekniikka	x	x	
Kolmiulotteinen tulostaminen	x		x
3d-tulostin	x	x	x
3D-tulostin		x	x
3d-printteri	x	x	
3D-printteri			x

Tableau 44. Termes de l'*impression 3D** et de l'*imprimante 3D** en finnois.

Les variantes, mises ensemble dans le Tableau 44, sont les plus fréquentes, associées à l'*impression 3D**, dans tous les articles du corpus en finnois. Lors des trois années, on peut voir la tendance à l'orthographier avec un D majuscule. En 2013, il y a aussi des emprunts adaptés en finnois d'une variante anglaise du corpus, *the home 3D printer*, comme *kotitulostin* et *3D-kotiprintti* (littéralement *imprimante 3D de maison*).

5.3.3 Analyse de noms procéduraux

Les machines et les procédés ont eu besoin de nouveaux noms lors de leurs développements technologiques, résultant des nombreuses noms commerciaux issus du manque de termes universels. Ces noms commerciaux ont été les seules dénominations auparavant, et ils ont eu de l'influence sur l'évolution terminologique.

La norme de l'*ASTM**, publié en 2013, comprend sept catégories pour les *procédés de la fabrication additive*. D'une part, il y a eu des motivations commerciales pour la normalisation des procédés pour la fabrication industrielle. D'où leur normalisation technologique, et aussi terminologique. D'autre part, la mémorisation de nombreux acronymes a été considérée comme problématique. Les nouveaux noms pour les procédés normalisés sont combinés d'une façon créative à ces noms anciens.

Des entreprises francophones ont été également sollicitées pour utiliser ces sept catégories de l'ASTM* ; les termes anglais sont même préférés (Source : Correspondance par courriel avec Sirris, 8 février 2014). D'abord, il y a la norme terminologique de l'AFNOR (Association française de normalisation) pour la *fabrication additive** ; la norme date de 2011 et contient trois termes (*fabrication additive**, *fabrication direct**, *prototypage rapide**), puis les noms anciens ou commercialisés des procédés en français et en anglais. Au total, il y a 34 candidats termes du domaine, utilisés dans le texte de la norme de l'AFNOR, pourtant sans explications.

AFNOR, 2011	AFNOR, 2011 (Noms anglais)	Corpus anglais de Wohlers
Fabrication par empilement de plaques	Layer laminated manufacturing	Term not in Wohlers*. Mentioned terms : sheet lamination, paper lamination and laminated object manufacturing (LOM) [W_1995-96]
Dépôt par extrusion de fil	Fused Deposition Modelling	Fused Deposition Modeling (FDM) [W_1995-96]
Frittage avec masque	Mask sintering	Mask is associated with : Solid Ground Curing (SGC) [W_1997], selective mask sintering (SMS) [W_2011]. According to Wohlers history*, mask sintering in 2007.
Frittage laser	Laser sintering	Laser sintering [W_1995-96]
Fusion laser	Laser melting	Selective laser melting [W_2004]
Fusion par faisceau d'électrons	Electron beam melting	Electron beam melting [W_2004]
Impression 3D	3D Printing	3D printing (3DP) [W_2000]
Projection laser	Laser cladding	Direct Metal Deposition (DMD) is a laser cladding process [W_2004], according to Wohlers history* announced in 2000.
Photo-polymérisation (Stéréolithographie)	Photo-polymerisation (Stereolithography)	Stereolithography [W_1995-96], Vat photopolymerization [W_2013]
* Wohlers history : http://wohlersassociates.com/history2013.pdf		

Tableau 45. Noms des procédés dans la norme de l'AFNOR.

Les noms anciens des procédés de la norme de l'AFNOR sont présentés au Tableau 45. Dans la troisième colonne, il y a la liste des concepts correspondants dans le corpus anglais. Les trois termes, *laser sintering*, *laser melting* et *electron beam melting*, appartiennent tous à la même nouvelle catégorie de *powder bed fusion**. Trois équivalents anglais, dans la deuxième colonne, n'existent pas dans le corpus anglais ou bien même dans le résumé historique séparé (sur lequel il y a le lien à la fin du tableau) ; ce sont *layer laminated manufacturing*, *mask sintering* et *laser cladding* :

- Le premier terme de l'*AFNOR layer laminated manufacturing* n'existe pas dans le corpus anglais, mais dans les rapports de *Wohlers*, il existe deux autres candidats termes anglais qui correspondent à la même technologie. À noter, un terme français est traduit littéralement en anglais, et cette traduction est restée en usage parmi des experts français.
- Le terme *mask sintering* n'existe pas non plus dans le corpus anglais, bien qu'il soit identifié en 2007, dans le résumé historique de *Wohlers* (voir le lien à la fin du tableau).
- Enfin, dans le rapport de *Wohlers* de 2004, *laser cladding* est utilisé comme une apposition pour identifier un procédé ; il n'est pas autrement expliqué ; selon le résumé historique, il est lancé en 2000. Ce terme n'existe plus dans les rapports plus récents.

Fery 2013 **	ASTM 2013	Wohlers 2013 mappings
Extrusion	Material extrusion	Fused Deposition Modeling (FDM) [W_1995-96]
Projection L'objet ou la pièce est construite en déposant via une tête d'impression des fines gouttelettes	Material jetting (ASTM : in which droplets of build material are selectively deposited.)	Ballistic Particle Manufacturing (BPM) [W_1997]
Projection de liant Il s'agit de la technique d'impression 3D proprement dite, qui consiste à imprimer un liant sur un lit de matériau à l'état de poudre.	Binder jetting (ASTM : in which a liquid bonding agent is selectively deposited to join powder materials)	3D printing (3DP).[W_2000]
Stratoconception Dans ce procédé encore appelé usinage par empilement, un outil, fraise ou laser, vient découper chaque tranche de la pièce dans une feuille ou une plaque. Les strates sont assemblées sur un deuxième poste.	Sheet lamination	Laminated object manufacturing (LOM) [W_1995-96], Laser Additive Manufacturing (LAM) [W_2004], Ultrasonic additive manufacturing (UAM) [W_2007]
Photopolymérisation (ou) stéréolithographie : un laser ou un rayonnement UV sert à solidifier certaines zones d'un polymère à l'état liquide dans un bain.	Vat photopolymerization	Stereolithography [W_1995-96]
Fusion d'un lit de poudre	Powder bed fusion	Laser sintering [W_1995-96], Selective laser sintering [W_1997], Selective laser melting [W_2004], Direct metal laser sintering [W_2000], Electron beam melting [W_2004], Laser-engineered net shaping (LENS) [W_1997]
Dépôt énergétique direct	Directed energy deposition	Direct metal deposition (DMD) [W_2004], Ion fusion formation (IFF) [W_2011]

** Les experts de l'AFPR et Sirris préfèrent : *Extrusion de matériau**, *Projection de matériau**, *Fusion en lit de poudre** (Source : Correspondance par courriel avec Sirris et l'AFPR, 4 avril 2014)

Tableau 46. Nouveaux noms des procédés et noms commerciaux.

Les équivalents français pour les procédés, présentés dans la norme de l'ASTM* (2013), apparaissent dans un seul article français du corpus (article par Fery de 2013 « *Sept façons de fabriquer en 3D* »). Ces termes français ne sont pas « officiels », mais sans doute, la première traduction est toujours une ouverture des termes du domaine. Les termes de ces procédés en français et en anglais sont mis dans le Tableau 46.

- Les explications, données au sujet des procédés dans l'article, sont aussi partiellement dans le tableau, pour montrer l'équivalence inter-langagière des termes.
- De plus, les noms commerciaux équivalents du corpus anglais sont mentionnés dans la troisième colonne, indiquant leur première apparition dans les *rapports de Wohlers*.
- Il y a aussi quelques préférences exprimées par des experts à la fin du tableau.

Dans toutes ces catégories, il y a des technologies assez dépassées, dont certaines ne sont plus utilisées. Selon les tableaux ci-dessus, on peut conclure que la technologie s'est beaucoup développée pendant les deux années écoulées entre les deux normes de l'AFNOR (2011) et de l'ASTM* (2013).

Ensuite, parmi les explications de *projection de liant** (1) et de *stratoconception** (2) qui sont basées sur les définitions des techniques commerciales, il y a de petites erreurs contextuelles. Il s'agit en fait d'un signal de confusion terminologique.

- L'explication de (1) associe le procédé à l'*impression 3D** moderne ; à vrai dire ce procédé n'est plus utilisé aux *imprimantes 3D** modernes, donc l'explication du tableau traite de l'*impression 3D* préliminaire (voir la section 5.3.2) L'explication anglaise présente la définition quotidienne.
- Ensuite l'explication de (2) est trop subjective, parlant seulement de cette technique ancienne, donc les autres techniques de cette catégorie ne peuvent pas être expliquées de façon pareille ; il faudrait en généraliser l'explication.

Les détails normalisés en anglais sont en train de se transférer aux autres langues, mais les dénominations ne sont pas encore utilisées au discours professionnel, ce qu'on peut voir par la variation ou l'inexistence des termes. Selon les résultats, les noms des procédés ont évolué des noms anciens par des mécanismes langagiers ; tous les noms ne sont pas des *néologismes*.

Parmi des termes de procédés, il existe beaucoup de *compositions*, qui consistent à ajouter des mots courants aux termes (Silvia, 2011), comme *tête de déposition** et *bras robotique*. Cela s'applique aussi en anglais (*printing head**, *robotic arm*) et en finnois (*tulostuspää**, *robottikäsi*). Un autre exemple de *composition* est la combinaison d'acronymes avec des mots courants (système, processus, technologie), comme *AM*

*systems** (*AM-laitteet**). Par exemple, en 2000, il y a les *FDM model*, *SLS model* qui sont tous les deux des *RP models* (*hyperonyme*), utilisant la technologie différente. Dans ce cas, les *relations conceptuelles* entre ces termes ne sont pas évidentes. Les autres mots courants typiques sont *valmistus*, *manufacturing* (fabrication), *materiaali*, *material* (matériau), *menetelmä*, *method* (méthode), *tekniikka*, *technique* (technique), *teknologia*, *technology* (technologie). Par exemple, *LOM process*, *LOM systems*, *LOM technology* ou *stereolithography machine* et *stereolithography system*. De telles *compositions* existent depuis longtemps en anglais, mais aussi en français et en finnois (*RP-suunnittelu*, *RP-mallinnus*, *RP-laitteet* en 1997), comme s'ils avaient été contaminés par l'anglais.

Tous les procédés de *fabrication additive** sont traités séparément dans les sections suivantes. L'idée est de présenter des formes linguistiques différentes des termes : les termes stables, les emprunts, les euphémismes, etc. Les longues explications indiquent le manque d'un candidat terme, le grand nombre de variantes indique le rôle de l'hapax. Les termes anglais normalisés sont mis dans les titres respectifs, par ordre alphabétique selon le terme anglais, car les termes français ne sont pas encore stabilisés ou normalisés. Les procédés sont donc les suivants :

1. *Projection de liant** (*binder jetting**)
2. *Dépôt énergétique direct** (*directed energy deposition**)
3. *Extrusion de matériau** (*material extrusion**)
4. *Projection de matériau** (*material jetting**)
5. *Fusion en lit de poudre** (*powder bed fusion**)
6. *Stratoconception** (*sheet lamination**)
7. *Photopolymérisation** (*vat polymerization**)

5.3.3.1 Projection de liant (*binder jetting*)

Le *binder jetting** (*projection de liant**) est considérée comme un procédé central de *fabrication additive**, qui est mis donc à la norme de l'*ASTM**. Le nouveau nom est intentionnellement sans connotations commerciales. Le nom du procédé devrait comprendre aussi des techniques à venir, où se réaliseront des principes de cette catégorie. Ce procédé est strictement lié à l'évolution de l'*impression 3D** (voir la section 5.3.2).

	Anglais	Français
1997-98	Three-dimensional printing (3DP) ; Uses electrostatic ink jets to spray liquid binders onto powders	
2002-04	3DP technology ; 3D inkjet printing (3DP) technology originally by MIT	Impression 3D – 3 Dimensional Printing (3DP)

2006-08	3DP technology from MIT	
2012-13	Binder jetting ; A liquid bonding agent is selectively deposited to join powder materials ; The binder jetting process was originally developed by MIT and was called 3D printing (3DP)	Projection de liant ; Un liant est projeté dans un bac de poudre libre

Tableau 47. Évolution vers le terme *projection de liant**.

La signification liée au *3DP** du MIT (Massachusetts Institute of Technology) s'est répandue dans les trois langues étudiées. Comme on peut voir dans le Tableau 47, selon l'explication proposée en 2013, les termes *3D printing** et *3DP** ont été originalement des purs synonymes, ce qui a causé la confusion terminologique encore d'actualité. Ce qu'on a compris de *3DP** auparavant ne correspond pas à ce qu'on comprend aujourd'hui, bien que le terme utilisé soit le même pour des nouvelles adaptations, utilisant souvent la technologie de *FDM**. En outre, il y a une tendance à mélanger, dans les médias, les termes *3DP**, *impression 3D** et le procédé *projection de liant** d'une manière incorrecte.

- En 1997 (cf. Tableau 47), la technologie est définie (en anglais) avec *ink jets* et *liquid binders*, puis le nom est rédigé en lettres *three-dimensional* au lieu de *3D*, bien que l'acronyme soit en usage aussi.
- Toutefois, l'origine de la technologie n'est expliquée qu'en 2004, quand le nom est changé en *3D inkjet printing*.
- Le nom du procédé de 2013 est une *combinaison* et un mélange de deux termes : *binder* explique comment le matériau déposé fonctionne et *jetting* explique la manière de dépôt ou la structure de machine.

En finnois, il y a plusieurs variantes pour *binder jetting** : alternativement, soit le mot *ruiskutus* (projection) est combiné avec la *traduction littérale* d'un liant (*sidosaineen ruiskutus* (Enquête, 2013) ou *sideaineen ruiskutusmenetelmä* (*Binder jetting*) (Articles, 2013)), soit les mots en forme d'*euphémisme* (*jauheen sitominen sidosaineen avulla* (Enquête, 2013)), soit les mots sont joints ensemble (*liimaruiskutus*, *sideaineruiskutus* (Enquête, 2013)). Les formes suivent les règles orthographique et morphologique du finnois.

5.3.3.2 Dépôt énergétique direct (*directed energy deposition*)

Dans cette catégorie de *directed energy deposition** (*dépôt énergétique direct**), il y a plusieurs techniques, dont la classification n'est pas univoque, car un *hyperonyme* général, qui faciliterait la communication, n'a pas existé, et ensuite le discours est devenu un peu vague et ambiguë. Il a été compliqué de classer des technologies aussi diversifiées ; ils sont, malgré tout, mis ensemble, car il existe un germe de similarités. De plus, le développement de technologies de cette catégorie a été rapide, et en outre, leurs existences parfois courtes. Elles sont très spécifiques et elles ne sont pas vraiment

répandues à diverses industries ou dans diverses langues. D'où aussi la problématique de trouver un bon candidat hypéronymique qui soit usuel. La circulation interdisciplinaire des termes, des technologies proches, a été favorisée. La mise en discours a demandé la mémorisation de dénominations détaillées, sans trouver des termes généralisés. La terminologie est restée restreinte et morcelée.

	Anglais
1997	Laser Engineered Net Shaping (LENS) ; LENS technology ; This scanning of the beam/powder interaction zone deposits consecutive layers in sequence, thereby building a 3D component
2000	Laser Engineered Net Shaping (LENS) ; LENS
2004	Laser Engineered Net Shaping (LENS) ; Metal powder system ; Electron Beam Melting (EBM) ; EBM uses an electron beam as the energy source to melt metal powders ; Direct Metal Deposition (DMD) ; Powder metal process ; DMD ; Direct deposition process ; Direct Metal Deposition (DMD) ; A laser cladding process that produces parts using powdered metal ; Direct metal deposition (DMD) machine
2007	Laser Engineered Net Shaping (LENS) ; A technique that combines powder deposition and a laser to produce metal parts ; LENS creates a melt pool in an inert chamber into which a powder delivery system introduces metal powders ; EBM machine ; EBM process ; EBM-manufactured parts ; Electron beam melting (EBM) process differs from other direct metal additive-manufacturing technologies ; Direct metal fabrication processes ; Direct metal deposition machine
2011	Laser-engineered net shaping (LENS) creates a melt pool in an inert chamber into which a powder delivery system introduces metal powders ; EBM system ; selective laser printing (SLP) ; The SLP process for producing high-performance polymer parts ; Selective deposition of build and support material is achieved by electrophotography, the basis of photocopying and laser printing ; Selective mask sintering (SMS) which uses infrared radiation to sinter thermoplastic powder, the sintering occurs over an entire layer at once ; Direct metal AM technologies ; Systems that combine a laser heat source with a powder deposition head to deposit the metal powder ; Direct metal deposition (DMD) ; Ion fusion formation (IFF) ; Provides near-net-shape manufacturing that uses a very hot ionized gas to deposit metal in small, discreet amounts
2013	Directed energy deposition ; Direct metal deposition process ; LENS equipment
	Français
2006-08	Le DMD (Direct Metal Deposition) ; Le procédé DMD ; Le procédé LENS (Laser engineered net Shaping)
2012-13	Dépôt énergétique direct ; Une buse projette et fond la poudre en même temps

Tableau 48. Évolution vers le terme *dépôt énergétique direct**.

La plupart des technologies de ce groupe sont récentes. Mais, il y a certaines techniques d'après le Tableau 48, qui datent de 1997 ; le *LENS** est d'abord apparu et il est encore souvent utilisé.

- En anglais, il y a eu, par exemple des termes et des euphémismes de type : *deposits consecutive layers in sequence* (1997), *direct deposition process* (2004), *direct metal additive-manufacturing technologies*, *direct metal fabrication processes* (2007), *selective deposition*, *direct metal AM technologies* (2011).
- Le terme *directed energy deposition** est lancé en 2013, comme une combinaison elliptique et syntaxique des termes précédents.

Le choix d'un nouveau terme a été motivé par le désir de couvrir des méthodologies différentes et des innovations à venir, en laissant ouvert certaines spécificités comme la source d'énergie. Donc, le but évident a été de rendre la terminologie cohérente, et le discours plus simple avec ce nom de procédé commun.

En français, au début, les noms des techniques sont adaptés des acronymes directs anglais, qui sont ensuite devenus des combinaisons avec des mots courants, comme *procédé*. (cf. Tableau 48) La structure syntaxique est partiellement différente entre les termes français *dépôt énergétique direct** et anglais *directed energy deposition**, à cause de la différence entre les deux langues. La traduction littérale anglaise pour le terme français serait *energized direct deposition*.

En finnois, l'emprunt direct de l'anglais domine dans l'usage. Puis, il y a des euphémismes, comme *valmistus kohdistamalla materiaalivirta ja energia pistemäisesti samaan kohtaan* (fabrication par le dépôt du matériau et de l'énergie sur un même point) et *kohdistettu energia* (l'énergie focalisée).

5.3.3.3 Extrusion de matériau (*material extrusion*)

Le *FDM** a été une technologie dominante pendant quelques décennies, dès le brevet, qui s'est démocratisé en 2011. Pendant des années, le terme s'est étendu de signifier la variation des techniques et leur ensemble, toujours avec une connotation à des matériaux thermoplastiques. Après la démocratisation, le nom neutre a été le but principal, pour donner plus d'espace à de nouvelles innovations, donc *material extrusion** (*extrusion de matériau**) est normalisé. Cette technologie est actuellement la plus utilisée dans les *imprimantes 3D** quotidiennes, qui sont répandues dans diverses industries, et ensuite dans divers matériaux comme le chocolat ou les tissus cellulaires.

	Anglais	Français
1994-96	Fused Deposition Modeling (FDM) systems	Le Fused Deposition Modeling
1997-98	FDM extrudes thermoplastic materials in filament form	
2000-01	Fused Deposition Modeling (FDM) ; Extrusion process	Le dépôt de matière extrudée (FDM)
2002-04	Fused Deposition Modeling (FDM) ; FDM technology ; Plastic extrusion (similar to FDM) systems	Dépôt de fil en fusion – FMD ; Le dépôt de fil fondu ; L'extrusion de matière ; Extrusion FDM
2006-08		Le procédé FDM (Fused Deposition Modelling) ; Le Dépôt fil Tendu (FDM) ; Le dépôt de fil fondu (FDM) ; La technologie FDM
2010-11	FDM technology ; FDM process to produce durable and functional models in ABS	FDM ; Dépôt de matière fondue (FMD) ; Modelage par dépôt de fil en fusion ; <i>Dépôt par extrusion de fil (Fused Deposition</i>

		<i>Modelling</i>)(AFNOR, 2011)
2012-13	Material extrusion ; Material is selectively dispensed through a nozzle or orifice ; FDM material extrusion ; First material extrusion-based fused deposition system (FDM)	Extrusion ; Solidification d'une matière fondue FDM ; Dépôt de thermoplastique en fusion (FDM) ; Dépôt de thermoplastique (FDM) ; La fusion par dépôt de thermoplastique (FDM) ; Le « dépôt de fil chaud » ; Une buse chauffante alimentée par un fil de thermoplastique
Finnois		
1997	Fused deposition modelling ; FDM ; FDM-menetelmä,	
2011-13	(Articles) FDM-menetelmä ; Pursotusmenetelmä ; Pursotus ; Materiaalin pursotus ; Ekstruusiomenetelmä ; Nauhakerrostustekniikka ; Fused Deposition Modeling (FDM) -teknologia ; Fdm-mallinnus	
2013	(Enquête) FDM-tekniikka ; Materiaalin pursottaminen/ pursotus ; Materiaalipursotus ; FDM ; Ekstruusio ; Pursotustekniikka ; Pursotusmenetelmä ; Materiaalin ekstruudaus menetelmä	

Tableau 49. Évolution vers le terme *extrusion de matériau**.

Comme présenté dans le Tableau 49, en 1997, est utilisé en anglais le verbe *extrude* et ensuite, en 2000, le terme *extrusion process*. Néanmoins, le nom normalisé du procédé n'est lancé qu'en 2013. Ensuite, le nouveau terme normalisé est utilisé comme une définition hypéronymique pour le terme utilisé originalement, comme « *FDM** utilise la technologie d'*extrusion de matériau** ». Le *FDM** est d'abord un nom pour une méthode et une machine concrète, mais plus tard, le terme est devenu une définition métonymique abstraite pour tous les procédés qui fonctionnent de la même manière.

- En français, le terme de ce procédé est emprunté directement de l'anglais en 1994-96.
- La première variante française est *dépôt de matière extrudée* (2000-01).
- En 2002-04, il y a de nouvelles variantes *extrusion de matière* et *extrusion FDM*.
- Le terme *Dépôt fil Tendu* (2006-08) est une variante orthographique avec des initiales majuscules.
- En 2011, le terme *dépôt par extrusion de fil* est inscrit dans la norme de l'AFNOR*, mais on peut considérer que la connaissance de la norme est loin d'être partagée, car l'utilisation de plusieurs autres variantes continue encore parallèlement.
- Ensuite, il y a plusieurs modifications pour la première variante, pour lesquelles on combine divers mécanismes : elliptiques comme *dépôt de fil fondu* (2002-08), *dépôt de matière fondue* (2010-11) et *dépôt de fil chaud* (2012-13) ;
- puis syntactique comme *modelage par dépôt de fil en fusion* (2010-11) et *fusion par dépôt de thermoplastique* (2012-13).

Le terme *extrusion* (2012-13) est utilisé dans ce contexte en 2002-04, donc sa sélection, suivant l'exemple de la norme anglais, a été raisonnable. Les matériaux se développent tout le temps, ainsi les termes, détaillés en association avec des mots comme *thermoplastique**, qui limitent la sélection des matériaux, ne servent pas nécessairement de nouvelles applications.

En finnois, il y a plusieurs variantes pour l'*extrusion de matériau** (cf. Tableau 49). En 1997, seuls des emprunts existent dans le corpus, mais en 2013, il y a plusieurs traductions littérales (comme *ekstruusiomenetelmä*), avec des variantes elliptiques (*pursotusmenetelmä*, *pursotus et materiaalin pursotus**) et morphologiques (*materiaalin pursottaminen/pursotus*, *materiaalipursotus*). Les acronymes empruntés sont encore utilisés, car les entreprises sont spécialisées dans les machines *FDM** et il n'y a pas encore d'expérience pratique d'autres technologies. La variante *nauhakerrostustekniikka* (littéralement *empilement de fil*) est un néologisme.

5.3.3.4 Projection de matériau (material jetting)

Le procédé *material jetting** (*projection de matériau**) est une technologie restreinte ; il y a très peu d'adaptations commerciales. La fonctionnalité ressemble celle d'une imprimante à jet d'encre ordinaire. Techniquement, le procédé *projection de liant** est très similaire, d'où le nom normalisé pareil. Néanmoins, ces procédés normalisés ne peuvent pas être intégrés ; le premier projet de matériau d'objet construit, le seconde projet de liant qui réagit avec le matériau de construction. L'avenir de ce terme dépend de nouvelles innovations.

	Anglais	Français
1997-98	ModelMaker (MM); MM and BPM deposit wax materials using an ink jet print head ; Ballistic Particle Manufacturing (BPM)	
2000-08	ModelMaker ; Technology based on ink jet printing ; Ballistic Particle Manufacturing (BPM) process deposits wax materials using an ink jet print head	
2012-13	Material jetting ; Droplets of build material are selectively deposited ; Inkjet-printing heads ; Multi-jet modeling	L'impression jet d'encre ; L'imprimante de gouttelettes
Finnois		
2013	(Articles) Material jetting ; Inkjet-teknikka	
2013	(Enquête) Materiaalin ruiskutus ; Materiaalin suihkutus ; Mallimateriaalin ruiskutus	

Tableau 50. Évolution vers le terme *projection de matériau**.

Comme l'indique le Tableau 50, le terme normalisé pour le procédé *material jetting** est lancé en 2013. Cependant, le mot *jetting* n'appartient pas au corpus auparavant. Pourtant, les termes *ink jet print head* et *ink jet printing* sont utilisés. *ModelMaker* est un nom commercial pour une telle technique, qui date de 1997 ; il y a aussi l'acronyme *MM*, qui n'est plus utilisé en 2000, suivant la tendance générale qui cherche à réduire le nombre des acronymes. Les variantes françaises du tableau sont des traductions littérales.

En finnois, sont utilisés les emprunts directs de l'anglais, bien qu'il y ait aussi des traductions littérales : les dérivatifs de verbes *ruiskutus* (injection par des seringues) et *suihkutus* (injection par « douche » (*suihku*)) donnent une visualisation légèrement différente de la déposition de matière, dont le dernier *suihkutus* donne une connotation proche à l'imprimante à jet d'encre ordinaire (*mustesuihkutulostin*).

5.3.3.5 Fusion en lit de poudre (powder bed fusion)

Le nouveau nom de procédé *powder bed fusion** (*fusion en lit de poudre**) essaie de combiner toutes les caractéristiques technologiques communes de ce groupe. Le nom indique soit la structure de la machine, soit divers matériaux poudreux, utilisés avec diverses technologies du groupe qui sont en développement. De plus, à cause de diverses alternatives parmi des sources énergétiques, qui solidifient ou font fondre le matériau, la terminologie ne peut pas être limitée trop. Les effets du manque d'un terme universel est accentué parmi ces technologies avec des noms très similaires, qui se ressemblent trop et causent une grande confusion (par exemple *LS**, *SLS** et *SL* pour *stéréolithographie*). Puis, le terme *sintering** (*frittage**) est multidimensionnel (voir 5.2.1), d'où la motivation d'avoir un nouveau terme.

	Anglais	Français
1994-96	Laser sintering ; Producing metal parts using a laser sintering process	Le frittage de poudres par un rayon laser ; Procédé SLS ; Le SLS ; Le Selective Laser Sintering ; Le « Selective Laser Sintering » ; On peut projeter une poudre qui se solidifie par frittage sous l'effet thermique du laser
1997-98	Laser sintering ; Powder metal sintering process ; Selective Laser Sintering (SLS) ; SLS fuses together materials in powder form	Le frittage ; Le frittage laser ; Le frittage par laser ; Collage de poudres métalliques
2000-01	Laser sintering ; Selective Laser Sintering (SLS) ; Selective laser sintering ; Laser sintering technology ; Laser sintering and powder metal ; Direct Metal Laser Sintering (DMLS) technology	Technologies de frittage de poudres de céramiques, de polymères ou de métaux ; Technologie de frittage laser direct de métal DMLS ; Le procédé des systèmes SLS ; Frittage sélectif par laser ; Un frittage solide en atmosphère très chaude
2002-04	Laser sintering ; Laser-sintering machines ; Laser-sintered parts ; A powder -based process ; Selective laser sintering (SLS) fuses powdered materials ; Direct Metal Laser Sintering ; Direct metal laser sintering ; Steel powder -based selective laser-melting system ; Laser melting or laser fusion (i.e. full melting of powders and re-solidification) ; DMLS capabilities	Frittage laser ; La technologie SLS ; Le frittage sélectif par laser ; Les systèmes de frittage laser SLS ; Technologie de frittage sélectif par laser ; Systèmes SLS ; La fusion laser ; Fusion métallique ; La fusion complète ; Frittage de polyamide ; Frittage de poudre ; Frittage métal ; Frittage de poudre par faisceau d'électrons ; Frittage de poudre par laser ; Laser Sintering (LS)
2006-08	Laser-sintered ; Selective Laser Sintering (SLS) ; SLS tooling ; DMLS ; Direct Metal Laser Sintering ; Selective laser-melting machine ; Metal sintering	Le frittage direct ; Les procédés de frittage laser ; Le frittage métal ; Le frittage de poudre (SLS) ; Frittage de poudres plastiques ; Procédés de SLS ; Les procédés de

	process ; Laser-based powder-bed systems ; DMLS ; SLM	frittage/fusion de métal ; Les procédés par fusion laser (SLM) ; Fondre une poudre en apport direct
2010-11	Laser sintering ; Selective laser-melting (SLM) machines/ equipment ; Direct metal laser sintering ; Direct metal laser sintering (DMLS) ; DMLS technology/ equipment ; Metal-sintering process	Frittage laser ; Frittage sélectif au laser (SLS) ; Frittage sélectif laser de poudre (SLS) ; La fusion laser sélective (SLM) ; La déposition de métal par laser (LMD) ; Les technologies LMD et SLM ; La fusion laser par projection de poudres ; Le rapid manufacturing métal ; Le frittage laser de poudre, aussi appelé frittage sélectif laser
2012-13	Powder bed fusion ; Thermal energy selectively fuses regions of a powder bed ; Laser-based powder bed fusion systems ; Laser sintering (LS) ; Laser sintering machine/ materials ; Direct metal laser sintering (DMLS)	Fusion d'un lit de poudre ; La fabrication 3 D en frittage laser ; Une machine utilisant la fusion laser ; Une machine de fusion métallique ; La fusion laser de poudre métallique ; La machine de frittage de poudre ; « Frittage » de poudres polymères SLS ; L'expression « frittage direct laser » (SLS, Selective Laser Sintering) pour la fusion des poudres plastiques, « fusion directe laser » (SLM, Selective Laser Melting) pour celle des poudres métalliques, fabrication additive EBM (« Electron Beam Melting » ou fusion par faisceau d'électrons) ; Une technologie de fusion de poudre métallique par faisceau/ par bombardement d'électrons
Finnois		
1997	Lasersintraus ; SLS ; SLS-menetelmä ; SLS-kone ; DMLS ; Direct Metal Laser Sintering ; Metallipulverin lasersintraus ; Sintrauslaitteisto	
2013	(Articles) Jauhekerrostustekniikka	
2013	(Enquête) Pulverikerroksen sulatus ; Pulveripeti prosessi ; Jauhepetisulatus ; Jauhepetitekniikka ; Jauhepetimenetelmä ; Pulveripetimenetelmä ; Pulveripetitekniikka	

Tableau 51. Évolution vers le terme *fusion en lit de poudre**.

En anglais, les termes de *laser sintering* ont autant de variations, car il y a aussi plusieurs applications techniques dans ce groupe, comme présenté au Tableau 51.

- Le terme *laser sintering* est d'abord (autour de 1994-96) le nom d'une seule technique, mais il s'est étendu pour comprendre un groupe de techniques différentes (*métonymie*), or il est aussi bien vulgarisé dans l'usage en 1994, étant commercialisé déjà en 1987. Le brevet s'est démocratisé en 2011.
- Des mots courants sont parfois associés aux acronymes pour créer des termes comme *SLS tooling*, *DMLS capabilities*, *DMLS technology*.
- Auparavant, on parlait de *powder metal sintering process* (1997-98), de *powder-based process*, de *melting of powders* (2004) et de *powder-bed systems* (2007). Ces variantes essayent d'expliquer le développement de nouveaux matériaux, ayant des caractéristiques spécifiques.
- Le terme *powder bed fusion** a été lancé en 2013.

Lors du développement des nouvelles applications et des nouveaux matériaux (cf. Tableau 51), le terme *frittage laser* a suscité plusieurs variantes de composition comme *frittage laser direct* et *frittage solide* (2000-01), puis *fusion laser* et *fusion complète* (2002-04), ensuite *frittage direct* et *frittage métal* (2006-08), et enfin *fusion métallique*

(2012-13). En 2010-11, *le frittage laser de poudre* et *le frittage sélectif laser* sont équivalents. De plus, un nouvel emprunt *rapid manufacturing métal* est introduit. Le terme *fusion d'un lit de poudre* est apparu dans le corpus en 2012-13, comme une traduction littérale de l'anglais. Les mots *frittage* et *fusion* sont toujours parmi ces variantes ; leurs définitions indiquent la différente structure d'une pièce, selon le comportement d'un matériau lors de processus.

En finnois, on utilise couramment les emprunts directs (*Direct Metal Laser Sintering*) de l'anglais ou les traductions littérales (*lasersintraus*) pour les procédés commerciaux, ainsi que des acronymes (*SLS**, *DMLS**). Après la normalisation, plusieurs variantes sont générées en finnois, utilisés de manière interchangeable (en bas du Tableau 51). La dénomination pour le procédé normalisé n'a pas encore établie.

5.3.3.6 Stratoconception (*sheet lamination*)

La *stratoconception** (*LOM**) est un exemple de terme qui a resté la même pendant des décennies, dès les brevets français et américain. Le terme français, la *stratoconception** est originalement un nom commercial pour la technologie lancée par Cirtes (<http://www.cirtes.com/>) dès le début des années 1990. Ces brevets ont aussi démocratisé en 2011. Pour trouver un nom neutre, le terme *sheet lamination** est ajouté dans la norme de l'ASTM*. Néanmoins, le terme français *stratoconception** n'est pas changé sous l'influence de l'anglais. Au lieu de cela, il est actuellement obtenu une signification étendue du procédé normalisé, pour mettre ensemble tous les procédés de cette même catégorie, donnant une connotation plus spécifique que *laminage*.

	Anglais	Français
1994-96	Laminated Object Modeling (LOM) machines ; Paper collating mechanism ; Paper lamination process	Le procédé de stratoconception ; La « stratoconception » ; Le LOM (Laminated Object Manufacturing) ; Les collages de lamelles prédécoupées ; La découpe et l'assemblage de matériaux en plaques
1997-98	LOM bonds and cuts sheet material using a computer-guided laser	Procédé de stratoconception ; Le procédé de collage de feuilles de papier LOM ; L'assemblage de plaques métalliques ; Coller des feuilles métalliques
2000-01	Laminated Object Manufacturing (LOM) ; LOM bonds and cuts sheet material using a digitally-guided laser ; Paper lamination systems ; Paper lamination	
2002-04	LOM process ; LOM systems ; LOM technology ; Technologies similar to LOM ; Semi-automated paper lamination system ; Lamination	Le procédé de Stratoconception ; La technologie de stratoconception ; Une technologie de laminations de feuilles de PVC ; Des systèmes de découpe laser ; Par thermoformage d'une feuille de plastique ; Stratoconception (Str) ; Procédé soustractif de lamination (LOM) ; La lamination – LOM

2006-08	Laminated Object Manufacturing (LOM) ; LOM bonds and cuts sheet material using a digitally-guided laser ; LOM systems ; LOM technology	La stratoconception ; Le procédé de Stratoconception ; La Stratoconception métal ; Méthode d'empilement de feuilles ; L'empilement de plaques 2D (LOM) repose sur la découpe et l'empilement de feuilles de papier ; Fabrication par découpe et laminage ; Projection de colle ; Par collage de matériaux en feuilles
2010-11		Découpage par laminage (LOM) ; Fabrication par découpe et laminage ; La fabrication par ultrasons des pièces plastiques
2012-13	Sheet lamination ; Sheets of material are bonded to form an object ; The first sheet lamination technology was laminated object manufacturing (LOM) ; Ultrasonic additive manufacturing (UAM) is another sheet lamination technology	Le procédé de stratoconception ; Collage de couches découpées dans des feuilles de matière solide ; Découpe/ Empilement/ Collage de feuilles de papier avec l'impression 2D ; La technologie LOM (Laminated Object Manufacturing)
Finnois		
1997	Laminated Object Manufacturing ; LOM ; Laminointikone ; LOM-tekniikka	
2013	(Enquête) Laminointi ; Kerroksien laminointi ; Laminointimenetelmä ; Arkkilaminointi ; Kerros-kerrokselta laminointi ; Kerroksellinen laminointivalmistusmenetelmä ; Laminoimalla valmistus	
2011-13	(Articles) Laminointi	

Tableau 52. Évolution des variantes du terme *stratoconception**.

En anglais (selon le Tableau 52), parmi les termes de *sheet lamination**, il y a des variations suivantes :

- Le terme *lamination* est utilisé déjà en 1995-96.
- Puis le terme *sheet material* est utilisé en 1997. Également, en 1997, on parle de *computer-guided laser*.
- En 2000, existe-t-il l'expression *digitally-guided laser*. Cette substitution est associée au développement d'autres domaines interdisciplinaires, comme l'informatique.

En français (cf. Tableau 52), depuis 2002-04, on peut observer la vulgarisation du nom de cette technique. Pour une autre technique du groupe, il y a une variante qui est la combinaison d'une traduction littérale *fabrication par découpe et laminage* (2006-08) et des changements syntaxiques et elliptiques, donnant *découpage par laminage (LOM)* (2010-11).

En finnois, en 1997, les termes sont des emprunts directs et des acronymes (cf. Tableau 52). En 2013, les termes changent avec plusieurs traductions littérales du procédé normalisé *sheet lamination**. Ce terme anglais est aussi utilisé en parallèle. Le terme *laminointi* est un mot vulgarisé.

5.3.3.7 Photopolymérisation (*vat polymerization*)

Le nom anglais *stéréolithographie* a été le même depuis 1987, quand la technologie a

émergé et a été commercialisé ; même la technologie est toujours presque la même : quelques spécificités se sont développées ; la technologie est devenue plus diversifiée, suivie aussi des innovations. Puis, vingt années plus tard, est née la volonté de changer ce nom, déjà bien vulgarisé avant le cadre de notre corpus, et de retirer le nom original commercial en usage. Le nouveau terme *vat polymerization** (*photopolymérisation**) est adapté et normalisé en anglais, ce qui devrait aider à le favoriser. L'idée derrière ce changement est d'éviter certaines connotations technologiques, aussi bien que d'encourager des innovations ; le terme commercial est considéré comme soit limité techniquement, soit non-exact.

	Anglais	Français
1994-96	Stereolithography technology; which uses lasers to solidify thin layers of photopolymer	Le procédé de stéréolithographie ; Stéréolithographie par laser ; Stéréolithographie classique ; Photopolymérisation par ultraviolet ; Par durcissement d'une résine liquide ; Les couches de résine durcies par photopolymérisation
1997-98	StereoLithography (SL) ; Stereolithography system/ technology/ products	La stéréolithographie
2000-01	StereoLithography (SL) ; A solid-state stereolithography system	La stéréolithographie ; SLA ; Un système SLA ; Les systèmes de stéréolithographie
2002-04	Stereolithography (SL) ; SL ; Stereolithography systems/ method ; Versions of stereolithography ; Solid-state laser stereolithography systems	La stéréolithographie ; Technologie/ Procédé/ Système de stéréolithographie SLA ; Processus de polymérisation ; Solidification de résine ; La polymérisation d'une section
2006-08	Stereolithography (SL) ; SL ; A faster stereolithography machine ; Polymerization	La stéréolithographie (SLA) ; Le procédé SLA ; Par une technique de polymérisation de résine ; Le dépôt de résines polymérisables ; Les machines SLA (technologie de stéréolithographie) ; Un système de polymérisation
2010-11	Stereolithography (SL) ; SL technology ; Stereolithography equipment/ system	Photopolymerisation (SLA – stéréolithographie) ; Les systèmes de fabrication par stéréolithographie ; L'impression 3D par polymérisation de résine se base sur le modelage d'une résine photosensible
2012-13	Vat photopolymerization ; Liquid photopolymer in a vat is selectively cured by light-activated polymerization ; Stereolithography build style ; Laser-based vat photopolymerization system ; Stereolithography	Photopolymérisation ; Polymérisation laser ; Photo-polymérisation ; Stéréolithographie (SLA) ; Polymérisation par faisceau lumineux et technologie DLP ; La polymérisation de résine par lumière visible ou ultraviolette ; Solidification d'une résine liquide SL ; La polymérisation UV

Tableau 53. Évolution des variantes du terme *photopolymérisation**.

D'après le Tableau 53, en anglais, cependant, il y a encore d'autres variations pour *stéréolithographie*.

- La forme *StereoLithography* avec les majuscules au milieu du terme, aussi bien que son acronyme *SL**, sont apparus en 1997.
- Sa variante orthographique en minuscules *stereolithography* est devenue plus générale à partir de 2004.
- En 2004, apparaît le terme *stereolithography systems* au pluriel, car de nouvelles applications se sont développées.

Pour sa part, le nom originalement commercial *stéréolithographie* est éliminé de la norme anglaise de l'ASTM* ; ce terme est présenté sous la forme *vat photopolymerization** d'abord dans le rapport de 2013. Ainsi, le terme anglais pourrait être considéré comme une traduction du français, de terme *photopolymérisation**, combiné à un réservoir du matériau *vat*.

- En français (cf. Tableau 53), il existe le terme *stéréolithographie* en 1994-95. Par contre, l'acronyme *SLA* est utilisé au lieu de *SL** en anglais. Originellement, la machine est appelée *SLA* (nom allemand *SL Apparatus*, le fabricant étant allemand).
- Par ailleurs, le terme *photopolymérisation** existe déjà en 1994-96, une composition du matériau *photopolymer* et du processus *polymerization*
- En 2002-04, on parle du processus de polymérisation et en 2006-08 d'un système de polymérisation.
- Des variantes sont facilement produites à partir de synonymes comme *durcissement*, *polymérisation* et *solidification*.
- Le nombre de variantes a augmenté par ajout de mots courants à des termes spécifiques : ainsi il y a système *SLA* (2000-01), procédé *SLA* (2006-08), technologies de *stéréolithographie* (2002-08).
- Finalement, depuis 2010-11 la *photopolymerization** et la *stéréolithographie* sont considérés comme synonymes.

En finnois, il y a les variantes *allasvalopolymerisaatio* et *valokovettamien altaassa* (Enquête, 2013), dont la première est une composition elliptique et morphologique, tout en pouvant être considérée comme une traduction littérale du terme anglais *vat photopolymerization**. Le terme est long, mais il fonctionne. L'autre variante est plutôt un euphémisme, littéralement *photopolymérisation/solidification en cuve*. Contrairement au corpus français, dans l'euphémisme en finnois, il n'y a pas d'ajouts par rapport au *laser/UV*, car le mot *valokovettaminen* inclut cette information.

	Anglais	Français
1994-96	Photopolymer	Résine ; (Laser ultraviolet)
1997-98	Photopolymer resin ; UV-sensitive liquid polymer ; Light-sensitive photopolymers	
2000-01	Polymerization	Photopolymères
2002-04	Photopolymer ; Non-liquid photocurable materials ; Composite resin ; A temperature-resistant resin	Polymère ; Photopolymères ; Nouveaux matériaux transparents et flexibles ; Une résine transparente ; Matériaux photodurcissables ; Résine époxy photosensible ; Une résine

		liquide photosensitive est solidifiée
2006-08	Ultraviolet (UV) light-sensitive liquide polymer ; Epoxy resin ; Visible light resin	
2010-11		Résines photosensibles
2012-13	Thermoset plastic	Résine photopolymérisable
Finnois		
1997	Valokovettuva hartsi ; Nestemäinen polymeeri	
2013	(Enquête) Kovetettu mallimateriaali ; Nestemäinen hartsi/ mallimateriaali ; Fotopolymeeri ; Photopolymeeri ; Valoaktivoitu muovimateriaali ; Valokovettuva polymeeri/ hartsi ; Nestemäinen valokovettuva muovi ; Nestemäinen fotopolymeeri/ fotokovettuva polymeeri ; UV-kovettuva muovi	
2013	(Articles) Polymeerineste ; Fotopolymeeri ; Vahamainen/ Valoherkkä polymeeri	

Tableau 54. Variantes pour le terme *photopolymère*.

Les mécanismes de changement terminologique sont bien visibles dans les variantes de photopolymère, comme l'indique le Tableau 54. Le terme *polymer* est parmi les termes habituels du corpus anglais.

- En anglais, le développement des matériaux est visible dans les variantes de *photopolymer* depuis 1995-96.
- En 2000, on commence à parler de *polymerization*. Après, l'apposition *photo* est supprimée et substituée par d'autres définitions plus explicatives.
- En 2007, les appositions sont combinées à un seul terme *ultraviolet (UV) light-sensitive liquide polymer*.
- En 2013, on présente pour la première fois la définition *thermoset plastic** pour *photopolymer*.

En français, la suffixation est un mécanisme efficace pour créer de nouveaux termes, comme *photopolymère*, *photodurcissable*, *photosensitive* et *photosensible*.

En finnois, les termes sont en 1997 des traductions adaptées, encore en usage. En 2013, il y a quand même plusieurs variantes, qui expliquent certaines caractéristiques du matériau, soit l'état du matériau (liquidité), soit le lanceur de transformation (lumière), soit le processus de solidification. Quelques variantes sont des emprunts adaptés à la prononciation en finnois (*fotopolymeeri*), d'autres variantes sont des traductions littérales (*valokovettuva muovi*) ou des euphémismes (*valoaktivoitu muovimateriaali*).

6 Reflexions finales

Ce chapitre discute premièrement de la synthèse des résultats, puis partage des réflexions méthodologiques, avant de finir par l'importance du travail terminologique.

6.1 Synthèse des résultats

Cohérence par catégorisation

Le domaine d'*impression 3D** est un domaine très vaste : il a donc été nécessaire de proposer des limites en s'appuyant sur les différentes catégories technologiques. Le développement technologique, en particulier le changement sociotechnologique récent, a eu de nets effets sur la rupture terminologique de la *fabrication additive**. Ainsi, il est habituel de voir que la variation et la vulgarisation terminologiques augmentent en particulier quand il y a de nouvelles innovations et qu'il y a une interaction entre les langues et les diverses disciplines scientifiques. Quand il n'y a pas de conventions cohérentes, il est logique que des experts inventent des noms pour des équipements et des outils, ce qui augment le nombre des termes à mémoriser : ce processus est à l'origine des termes *hyperonymiques* pour les technologies.

Évolution cyclique

L'évolution terminologique fonctionne en séquences cycliques, les changements technologiques pouvant être à l'origine de nouveaux termes aussi bien que du manque de termes officiels. La stagnation terminologique est à éviter. En enrichissant une terminologie stable dans le temps, le nombre de variantes va augmenter fortement. Plus tard, des termes centraux resteront en usage ; l'usage professionnel va favoriser certains termes au détriment d'autres. Par contre, les raisons pour l'inexistence de certains termes peuvent être par exemple 1) que les expressions sont trop ambiguës ou trop générales, puis 2) qu'on utilise des emprunts directs, ce qui est plus général s'il n'y a pas une normalisation active dans le domaine. De plus, les termes peuvent avoir plusieurs interprétations s'ils ne sont pas définis clairement. Enfin, il a été nécessaire de notifier la différence dans les significations des termes concurrents à chaque époque. D'un point de vue diachronique, il faut se remettre à l'époque et s'adapter à la signification en question sans se projeter dans l'évolution ultérieure (en évitant les anachronismes).

Polyvalence linguistique

En formulant des nouveaux termes ou en modifiant ceux existants, leur manipulation morphologique ou thématique, en se focalisant même sur des écarts minimaux, aide à rompre des connotations anciennes et à en créer des nouvelles : cet enrichissement

permet aussi de trouver des innovations technologiques. En même temps, il est aussi important de déterminer les termes existants de nouveau, en se concentrant sur des perspectives moins ordinaires. Proches de l'usage, les meilleurs néologismes sont simples, ils combinent plusieurs concepts existant de façon créative et originale, exprimant plusieurs perspectives. Les mots peuvent être combinés avec flexibilité, mais ce sont les termes courts qui sont favorisés dans toutes les langues.

Néologie interlinguistique

Les mêmes termes ne peuvent pas être considérés automatiquement comme des *néologismes* dans des langues différentes, alors il faut les analyser séparément. D'après l'étude diachronique, il existe de nettes tendances à utiliser en priorité des noms commerciaux et des emprunts pour les innovations, pour pouvoir plus tard les remplacer par des variantes plus proches de la morphologie de sa propre langue native ; ce sont souvent des néologismes. Les résultats montrent aussi que souvent, en finnois, l'utilisation des emprunts directs est considérée comme adéquate, et seulement après un long processus, les néologismes sont acceptés et même favorisés. En finnois, il y a plus de néologismes que dans les deux autres langues, car, si l'influence de l'anglais a, dans un premier temps, réduit l'utilisation des termes finnois, le développement terminologique a fini par susciter la création de nouveaux termes.

Contrairement à notre présupposition originale, tous les noms procéduraux de la *fabrication additive** ne sont pas des néologismes, bien qu'ils soient de nouveaux concepts hyperonymiques dans la norme ; certains d'entre eux sont donc des termes anciens qui sont repris dans l'usage. Ces procédés peuvent encore changer, ou les nouvelles innovations peuvent nécessiter de nouvelles dénominations, si elles ne s'adaptent pas aux catégories définies. Il faut remarquer par exemple que, des termes comme *subtractive manufacturing** (*fabrication soustractive**) et *vat polymerization** (*photopolymérisation**), sont apparus d'abord dans le corpus français. De plus aussi le terme *impression 3D** a de longues racines dans l'usage des professionnels.

Activité d'experts du domaine

Un objectif du travail a été d'encourager les experts à utiliser leur langue maternelle dans un discours technologique quotidien, soit professionnel, soit public. Ensuite, cette étude a voulu trouver plus d'évidence pour les choses suivantes : les experts du domaine ont-ils la responsabilité de l'actualité terminologique ? Leur activité sur ce secteur terminologique est-elle importante ? Les mécanismes de création la variation avec des euphémismes et des changements morphologiques enrichissent la terminologie et aident à trouver des termes plus pertinents et durables. Les résultats de cette étude impliquent que tels moyens ont été utilisés avec succès pendant des

années. Cela est compris par *Wohlers* qui a coordonné le travail terminologique en anglais déjà depuis longtemps. Il n'est pas nécessaire d'« attendre » l'évolution terminologique, il est préférable de l'influencer activement. Enfin, il faut souligner que le travail terminologique dans chaque langue native est important ; ce qui prouve en même temps l'importance du travail terminologique pour les communauté et communication techniques.

Diffusion d'information au grand public

La création de concepts communs est essentielle car cela réduit la complexité terminologique. Usant d'une terminologie cohérente, les experts peuvent réaliser leur mission de partage d'une information pertinente. L'activité d'experts peut aider à éviter des erreurs de détails techniques dans les médias. La présentation intentionnelle de l'information médiatique accélère la vulgarisation et la diffusion de la terminologie dans le grand public. Les résultats du travail terminologique peuvent aussi être utilisés pour la création des néologismes, pour l'amélioration de la cohérence terminologique et pour la normalisation. Ensuite, notre glossaire peut servir à alimenter le discours professionnel sur des termes, particulièrement dans la communauté finlandaise. L'utilisation active de la terminologie peut promouvoir aussi le développement technologique.

Interaction langagière

Divers niveaux d'analyse ont été proposés : chronologique, extralinguistique, sociocognitif et linguistique. L'importance de la *langue pivot* et l'analyse diachronique ont permis de saisir qu'aucune langue ne peut être à l'origine de tous les termes. La direction des transferts terminologiques n'est pas absolument claire, l'origine n'étant pas donc toujours la langue pivot. Les langues sont en interaction incessante. Bien que des exemples de variation soient présents dans les trois langues, la création de variantes terminologiques semble inégalement partagée entre ces trois langues : ainsi elle est systématique en français, même parmi les termes récents. Mais, ce même phénomène n'est pas aussi marqué en anglais, où la variation est assez modeste. D'ailleurs, en anglais on préfère l'usage de termes existants, où il s'agit de formuler de nouvelles définitions pour étendre leur utilisation, comme s'il s'agissait de sauvegarder et redéfinir des termes qui fonctionnent déjà et qui sont donc déjà largement utilisés. En même temps, en finnois, la terminologie n'est pas établie. Les trois terminologies sont dans une phase différente du développement. Il faut néanmoins remarquer qu'une norme anglaise a été publiée il y a un an seulement ; le transfert aux autres langues et le processus d'adaptation sont donc en cours.

6.2 Réflexions méthodologiques

Critique du corpus

Les corpus en anglais et en finnois sont fiables, car ils sont fournis par des experts. Les premières sources trouvées, avant l'entretien initial n'ont pas été considérées comme valides par les experts. Cet aspect seulement souligne, à lui seul déjà, l'importance de la collaboration. Les articles numériques finlandais *de l'hebdomadaire technique* (Sources primaires : Tekniikka ja Talous, 2011-2013) sont inclus dans l'étude, bien qu'ils ne soient pas d'un niveau élevé de spécialité ; malgré le grand nombre d'articles, le nombre des termes utilisés reste modeste. D'ailleurs, le choix des articles sur Internet et l'exhaustivité de leur contenu, ont effectués à la fiabilité du corpus français. Certes le nombre d'articles est assez réduit. Mais les opinions des rédacteurs et leurs connaissances variables, aussi bien que leurs choix terminologiques, ont des effets sur l'emploi des termes : par exemple, l'apprentissage subjectif d'un rédacteur peut provoquer la création d'euphémismes dans l'article au lieu de termes professionnels. Trois journaux de 2001-03 (Sources primaires : 3D Kiosque, le magazine de 3D systems, par 3D Systems France) ont été écrits par le fabricant de machines. Malgré cela, leur terminologie est similaire au reste du corpus, sauf deux termes propriétaires qu'on ne retrouve pas ailleurs.

Picton (2009) a utilisé deux corpus avec 36.000 occurrences par corpus dans sa thèse de doctorat. Ensuite il lui a fallu utiliser des outils numériques pour administrer ce matériel. Cependant, ses résultats montrent qu'il y a en moyenne 5 à 20 néologismes fiables dans ces deux corpus. Notre étude a été limitée, dès le début, de manière que la taille du corpus n'augmente pas trop (avec moins de 2000 candidats termes différents dans chaque langue). Pour obtenir des résultats statistiquement valides avec les méthodes de comparaison, le corpus aurait dû donc être plus vaste que celui de notre étude.

Réflexions sur l'enquête

L'idée d'arranger un questionnaire est apparue après la compréhension que le corpus pouvait être construit différemment dans chaque langue sans perdre l'homogénéité de la recherche. Parce que l'idée initiale de l'enquête était de recueillir du matériel textuel, des questions ouvertes ont été choisies. Certes, le taux de réponses a été faible. Notre présupposition selon laquelle les experts voudraient rédiger des textes assez longs, n'a pas été vraiment justifiée. L'envoi d'un questionnaire par courriel aurait facilité les réponses.

Le commentaire d'un répondant dit que les termes du questionnaire sont trop séparés du contexte, et sont ensuite difficiles à comprendre pour formuler une réponse ou

simplement « difficiles à traduire ». Néanmoins, il n'y a pas de réponses correctes, seulement des alternatives ; tous les commentaires autour du sujet sont valables. Par conséquent, les instructions comme « ne traduisez pas littéralement » ou « n'inventez pas de néologismes » ont pu sembler ambiguës ou bizarres. La plupart des répondants ont compris les instructions comme s'ils devaient expliquer des choses à un autre expert du domaine, au lieu de s'adresser à un non-expert.

L'exigence de la langue normative n'a pas été prise en compte dans les formulations des questions. Nous avons assumé, dès le début, que le groupe de répondants serait assez homogène avec des compétences élevées en anglais, ou en spécificités de la norme de l'*ASTM**, ce qui n'a pas été le cas, selon les résultats obtenus. Plus tard, nous avons analysé que les questions étaient non-linéaires, car elles contenaient seulement des définitions anglaises des termes, sans leur nom connu, ce qui a rendu plus difficile leur compréhension, sauf pour des chercheurs ou des spécialistes. Tout cela a cependant amélioré l'exhaustivité des réponses. L'enquête a été organisée au plus tôt pour avoir des réponses à temps pour l'analyse. L'organiser plus tard, pour avoir des commentaires sur le glossaire, avec des questions à choix multiples, aurait donné des résultats différents.

Réflexions sur les schémas conceptuels

La nouvelle terminologie spécialisée du domaine de la *fabrication additive** permet d'améliorer la communication entre experts. La notation utilisée est une combinaison d'alternatives, utilisées dans les sources secondaires, apportant une solution pour traiter des termes avec plusieurs relations. La topologie est ainsi influencée par ces termes multidimensionnels qui rendent la conceptualisation plus compliquée. La lisibilité et la clarté visuelle ont été des critères primaires pour cette topographie des schémas. La structure des schémas des trois langues est identique, suivant la perspective technologique ; l'influence du contexte est plus forte que les différences linguistiques.

La première version des schémas a été soumise aux experts, avec les termes et leurs définitions en finnois. Ils les ont trouvés difficiles à comprendre ; ces difficultés de compréhension ont été liées partiellement aux ambiguïtés terminologiques, mais aussi à la notation des schémas et à la complexité des détails technologiques.

7 Conclusions

La *fabrication additive** a reçu pas mal de publicité récemment à travers le « hype » dans les médias autour des machines et des innovations de l'*impression 3D**. Lorsque les premières techniques du domaine apparaissant à la fin des années 1980, le domaine est considéré comme linguistiquement nouveau. Depuis 1995, les *rapports annuels de Wohlers* ont partagé cette information venue de l'industrie. Jusqu'à présent, le développement technologique a été énorme et le domaine s'est très diversifié, mêlant plusieurs disciplines – de l'informatique aux matériaux spécifiques. L'augmentation de la variation, et ensuite la mémorisation d'autant d'acronymes et de termes, ont créés des exigences cognitives et interdisciplinaires. Est venu alors le temps de classer les procédés de la *fabrication additive**, puis de normaliser les termes principaux du domaine. En même temps, la terminologie n'a cessé de se développer, notamment après les innovations soulevées autour de la démocratisation des brevets. Enfin, les nouvelles normes du domaine sont en train de se transférer de l'anglais dans les discours professionnels des autres langues.

Notre mémoire de maîtrise a traité de cette terminologie de la *fabrication additive** avec la création d'un glossaire trilingue exhaustif pour un public d'experts, permettant à présenter seulement une introduction, ou une trajectoire de la terminologie du domaine spécialisé. La terminologie ne doit pas être considérée comme une autorité statique ; elle est au contraire un processus très interactif, sujet à des variations, dans des domaines technologiques, le processus lui-même inclus dans un environnement social. Les termes d'un moment sont avant tout des recommandations, bien avant d'être des règles puristes.

Les questions originales de notre recherche ont été les suivantes : « Comment la terminologie de la *fabrication additive** ou l'*impression 3D** a-t-elle changé entre 1994 et 2013 dans les trois langues du glossaire ? » « Quels sont les effets de la *vulgarisation* sur la terminologie du domaine ? », « Combien de *synonymes* existent-ils ? Quels termes sont abandonnés ? Quelles sont ces stratégies pour adapter de nouveaux termes en français et en finnois ? » Pour trouver les réponses, le travail a été divisé en deux tâches imbriquées : d'abord la sélection des termes du glossaire trilingue, puis l'étude de la variation des termes par périodes de quelques années. Donc, ces tâches sont à la fois inséparables, car une partie des termes actuellement utilisés ont été fréquents dès le début, donnant la base lexicale pour des termes technologiques plus récents. La terminologie a été analysée synchroniquement puis diachroniquement, afin d'observer les mécanismes du changement terminologique et d'évaluer les influences inter-langagières.

En terminologie, les synonymes offrent les aspects différents d'un concept. Certains termes peuvent être très bien établis en discours, sans avoir des synonymes ; d'autre part, il y a des termes, dont les divers synonymes sont en évolution, sans un candidat de préférence (rôle de l'hapax). En même temps, les termes obsolètes peuvent avoir une signification étendue ou des connotations qu'on cherche à éviter. Cependant, cela nécessite aussi la promotion active de nouvelles définitions. Dans la langue spécialisée technologique, il existe une tendance à simplifier la langue, ce qui n'empêche pas une variation terminologique évidente dans les trois langues. Certes, le français en particulier favorise les synonymes et évite la répétition. La variabilité et la néologie de la nouvelle terminologie nécessitent une analyse qui n'est pas basée sur la fréquence des termes mais sur des aspects contextuels.

Un des objectifs principaux du travail terminologique est d'améliorer la communication des langues maternelles des experts. Le corpus diachronique anglais montre des époques, sans travail terminologique structuré, ce qui est l'une des causes de la complexification et de la diversification terminologiques. Le travail terminologique donne des outils pour administrer les termes et pour trouver de meilleures alternatives. La vulgarisation terminologique est essentielle pour promouvoir une nouvelle technologie ; elle peut être une source enrichissante pour la terminologie et son développement. L'augmentation de la variation et de la vulgarisation signalent que la terminologie est nouvelle, ainsi que activement utilisée. Notamment, les termes, qui sont utilisés dans les médias, se répondent ; par l'activité dans les médias, les experts peuvent influencer l'évolution d'un ensemble de termes centraux.

Notre glossaire a été publié sur le site Internet de la FIRPA (www.firpa.fi), ce qui peut accélérer l'assimilation de la terminologie du domaine. Il peut être développé constamment pour en faciliter l'utilisation, par exemple par les traducteurs.

Nombre de phénomènes du domaine de la *fabrication additive** ne sont pas traités dans cette étude, comme les laboratoires qui fabriquent des objets avec les *imprimantes 3D** (fabLabs). Ces nouvelles innovations et adaptations sont présentées dans plusieurs journaux, dont le *Rapid Prototyping Journal* et le *TCT Magazine* (<http://www.tctmagazine.com>).

Ce mémoire de maîtrise donne seulement un aperçu du vaste sujet. Plusieurs alternatives pour d'autres recherches terminologiques seraient encore possibles :

- 1) D'abord, le sujet des implications sociotechnologiques récentes de la *fabrication additive** qui offriraient aussi une perspective *diachronique*. Cela est lié à la vulgarisation terminologique, pour laquelle le *hype* journalistique serait une source de matériel.
- 2) En outre, il serait intéressant de savoir comment les effets du travail terminologique

vont influencer le domaine de la *fabrication additive** dans le futur, comment les termes vont être adaptés à l'usage, quels termes vont disparaître ou se renouveler. L'automatisation de la *fabrication additive** et de la *rétro-conception** sont des domaines où la terminologie change beaucoup, ce qui va dans le sens d'avoir des termes techniquement ou théoriquement plus détaillés.

3) Puis, la recherche se concentrant sur certaines industries, il est possible par exemple d'établir des glossaires spécifiques de diverses disciplines, comme des termes de la médecine ou de l'aérospatiale, en tenant compte de nouvelles applications et d'innovations dans ces secteurs.

4) L'analyse diachronique pourrait être approfondie avec un corpus plus vaste, permettant un traitement statistique. Cela nécessiterait aussi la collaboration avec des experts qui connaissent l'origine de la terminologie en question, c'est-à-dire les significations des termes d'autres époques, sans les mélanger avec ceux qui finiront par exister. Il faut remarquer, que le travail terminologique influence le champ cognitif, de manière qu'il fait la synthèse des solutions anciennes et contemporaines. Cette manipulation terminologique utilise de nouveaux termes universels pour la structuration des termes plus anciens ; ce qui fait un vrai défi pour la recherche en diachronie.

5) Enfin, le discours professionnel en anglais pourrait être un sujet à lui seul. En effet, il y a un corpus spécifique pour l'analyse diachronique : à savoir une liste de conversations des professionnels, disponible en ligne depuis 1995, *rp_ml mailinglist*, archivée sur le site Internet de la FIRPA (www.firpa.fi). Ces conversations peuvent montrer concrètement, comment il faut s'adapter à la connaissance du domaine, à chaque époque.

La terminologie de la *fabrication additive** est un prisme de la situation actuelle du domaine. Plusieurs changements vont apparaître quand encore plus de brevets existants vont se démocratiser dans les années à venir : ces changements vont avoir des effets évidents. Enfin, la normalisation technologique du domaine est toujours en cours, pour qu'il soit possible de fabriquer des produits finaux avec ces techniques additives dans le futur, suivant des conventions industrielles et des critères qualitatifs eux aussi en cours de développement.

8 Suomenkielinen tiivistelmä

Tämän pro gradu -tutkielma keskittyy *materiaalia lisäävän valmistuksen* eli *3D-tulostuksen* terminologiaan. Aiheena on teknisen sanaston koostaminen alan teknisten asiantuntijoiden käyttöön, minkä tueksi on tarkasteltu terminologian muuttumista vuosina 1994–2013. Termitutkimuksessa kiinnostavimpia aloja ovat nopeasti muuttuvat erityisalat, joiden termistö on uutta, mikä on osasy s aihepiirin valintaan.

Materiaalia lisäävä valmistus katsotaan uudeksi toimialaksi terminologian näkökulmasta, koska tekniikoiden kehittäminen on aloitettu vasta 1980-luvun lopulla. Viimeisten parin vuoden aikana toimiala on saanut paljon näkyvyyttä mediassa, ja *3D-tulostus*-termiä käytetään enemmän. *Materiaalia lisäävän valmistuksen* odotetaan edelleen yleistyvän tulevaisuudessa. Tavoitteiden toteutuminen vaatii tiedon jakamista ja avointa vuorovaikutusta. Tämän vuoksi terminologiatyö on ajankohtaista. Terminologian yhtenäisyydestä on etua myös teknisessä kehityksessä.

Tutkimuskysymyksiä ovat:

"Miten *materiaalia lisäävän valmistuksen* terminologia on muuttunut vuosina 1994–2013 kaikissa kolmessa sanaston kielessä (englanti, ranska, suomi)?"

"Miten yleiskielistyminen vaikuttaa alan terminologiaan?"

"Kuinka paljon synonyymeja ja variantteja esiintyy? Mitkä termit on jääneet pois käytöstä? Mitä sananmuodostuksen keinoja termien valinnassa käytetään ranskan ja suomen kielissä?"

Sanaston kokoamiseksi on selvitetty termien muuttumista, jotta sanastoon valikoituisivat erityisesti yleishyödylliset ja käyttökelpoiset termit. Toimialan tämänhetkinen tilanne ja alan tulevaisuuden kehitysnäkymät on pyritty ottamaan huomioon. Sanaston on tarkoitus jakaa erityisalan tietoa ja selventää läheisten erityisalojen välisiä eroavaisuuksia. Tarkoitus on, että sanasto kestää jonkin verran aikaa ja on luotettava tietolähde.

Tavoitteena on ollut löytää useita näkökulmia termihistorian tarkasteluun eli miten termit ovat muuttuneet kielen tasolla, kielten välillä ja termimerkitysten tasolla. Työssä vertaillaan erikielisten termien vastaavuuksia, termien siirtymistä kielen välillä, tai pivot-kielestä muihin kieliin, termien merkityksen muuttumista ajan kuluessa ja termien kielellistä kehittymistä. Lisäksi pohditaan, liittyvätkö muutokset suoraan tekniikan muuttumiseen.

Materiaalia lisäävä valmistus

Materiaalia lisäävä valmistus on joukko tekniikoita, joita on alettu kehittää 1980-luvun lopusta alkaen helpottamaan tuotekehityksessä käytettävien *prototyyppimallien* valmistamista. Tekniikat ovat monipuolistuneet ja kehittyneet muutaman vuosikymmenen kuluessa, ja toimialalla onkin alettu yhä enemmän *prototyyppien* ja *työvälinevalmistuksen* sijaan siirtyä kappaleiden valmistukseen tuotannossa ja valmistusprosessin automatisointiin.. Kaikkien tekniikoiden perusajatuksena on lisätä ainetta *kerros kerrokselta rakennusallustalle*. Suunnitteluohjelmilla luotu *3D-mallitiedosto* jaetaan ohuisiin kerroksiin, joiden mukaisesti laite tulostaa kappaleen.

Toimiala on itsessään hyvin moniulotteinen, missä monialainen asiantuntemus tietotekniikan, mekaniikan, elektroniikan ja materiaalitekniikan osa-alueilta yhdistyy sovelluksissa. Näiden alojen tekniset parannukset ovat myös hyödyntäneet *materiaalia lisäävää valmistusta*. Asiantuntijoilta vaaditaan laaja-alaista osaamista asennuksista ja integroinneista lähtien aina valmistusmenetelmien ja materiaalien tuntemukseen. Tekniikoita käytetään useimmilla toimialoilla kuten avaruusteknologiassa lääketieteessä, rakentamisessa, vaatesuunnittelussa ja myös elintarvikealalla. Eri teknisiä ratkaisuja soveltavat laitteet ovat erikoistuneet erilaisiin muovi-, metalli- ja

keramiikkamateriaaleihin, joiden koostumus vaihtelee nestemäisestä kiinteään tai pulverimaiseen.

Vuodesta 1995 Terry Wohlers on julkaissut vuosittain teollisuusalan tilannetta raporteissa, jotka ovat luotettava tietolähde termihistorian tarkasteluun. Erityisesti laitteistojen ja materiaalien kehittyminen on muuttanut terminologiaa. Termien määrä on myös moninkertaistunut. Muutokset vaikuttavat murto-osaan keskeisistä termeistä, sillä suurin osa käytetystä termistöstä on vakiintunut jo 1990-luvun alussa. Wohlers-raporttien otsikoista voi havaita, että toimialan profiili on muuttunut tutkittuna ajanjaksona usampaan kertaan, samoin kuin toimialan nimi. Nykyinen nimi *additive manufacturing* (en) on ollut käytössä vuodesta 2010 lähtien. Ranskaksi materiaalia lisäävästä valmistuksesta on kirjoitettu parikin kirjaa 1990-luvulla. Sen lisäksi AFPR:n internetsivulla on julkaistu opas, joka on pääosin kirjoitettu vuonna 2003 (*Guide de la fabrication additive*).

Viime vuosina on havaittu yleisten yhdenmukaisten termien tarve. Varsinkin tekniikoiden nimitykset ovat olleet sekavia ja vaikeaselkoisia. Tekninen standardointi on myös käynnissä. *ASTM International* on kansainvälinen teollisuusstandardeja määrittelevä organisaatio, joka on julkaissut materiaalia lisäävän valmistuksen terminologiastandardin *ASTM F2972* vuonna 2013. Tämän lisäksi *AFNOR* on julkaissut ranskankielisen terminologiastandardiluonnoksen vuonna 2011. Alalla toimii myös kansainvälinen organisaatio *GARPA* (www.garpa.org), jonka jäsenet ovat eri maiden alan organisaatioita: Suomessa *FIRPA* eli *Suomen pikavalmistusyhdistys* (www.firpa.fi) ja Ranskassa sisaryhdistys *AFPR* (www.afpr.asso.fr). Nämä organisaatiot pyrkivät jakamaan tietoa materiaalia lisäävästä valmistuksesta.

Materiaalia lisäävässä valmistuksessa monialaisia teknisiä innovaatioita on yhdistetty uudella tavalla pyrkien yksinkertaisuuteen ja helppokäyttöisyyteen, millä on haluttu osittain korvata vanhoja valmistusmenetelmiä – tämän toteutumiseksi *lisäävän valmistuksen* menetelmien tulisi olla kustannustehokkaita ja nopeita. *Materiaalia lisäävä valmistus* tuo suunnitteluun joustavuutta ja varsinkin monimutkaisten kappaleiden valmistukseen uusia halvempia ratkaisuvaihtoehtoja. Yleistymässä ovat myös *hybridiratkaisut*, joissa useampia lisäävän ja perinteisen valmistuksen menetelmiä on yhdistetty. Useiden lisäävän valmistuksen patenttien voimassaoloaika on mennyt tai menossa umpeen lyhyen ajan kuluessa, mikä on lisännyt teknisten innovaatioiden määrää ja tuonut *3D-tulostuslaitteita* tavallisten kuluttajien ulottuville. Tämän kehityksen ennustetaan muuttavan myös markkinoiden ja tuotantoketjujen rakenteita.

Katsaus erityisterminologian tutkimukseen

Kirjallisuuslähteiksi on etsitty tutkimuksia, joissa käsitellään nopeasti muuttuvien erityisalojen termitutkimuksia ja niissä käytettyjä menetelmiä. Termitutkimus keskittyy usein käsitteelliseen terminologiaan, joka tunnistaa termin, käsitteen ja määrittelyn (Nuopponen, 1999). Näitä näkökulmia on sovellettu sanaston laatimisessa. Sen sijaan termihistorian tutkimus on ollut vähäisempää. Termihistorian tutkimuksessa suositetaan sosiokognitiivista näkökulmaa, jossa tarkastellaan termejä eri aikoina ja termimerkityksien tasolla. Sosiokognitiivinen terminologia käsittää kielen, maailman ja ajatuksen jakamattomaksi, koska kieli on ymmärtämisen ja vuorovaikutuksen väline. (Temmerman, 2000)

Synkroninen ja diakroninen terminologia eivät ole toistensa vastakohtia vaan kielellisen tarkastelun näkökulmia. Toinen keskittyy kielen tilan dynaamisiin muutoksiin, toisessa vertaillaan kieltä eri ajankohtina ja pyritään havaitsemaan muutoksia termimerkityksissä. (Picton 2009: 62) Diakroninen terminologia huomioi sosiokognitiivisen näkökulman. Synkronisessa terminologiassa on kyse käsitteellisestä lähestymistavasta, jossa lopputuloksena on sanasto. Nämä terminologian erilaiset näkökulmat ovat kiinteästi sidoksissa toisiinsa erityisalojen terminologiassa. Ajallinen tarkastelu on aineistona sanastotyölle, koska erityisalan termit periytyvät aiemmista tekniikoista. Termien kehittymisen tutkiminen perustuu ajalliseen, sosiokognitiiviseen ja kielen ulkoiseen

näkökulmaan. Sanastotyö perustuu käsitteelliseen tietyn ajankohdan termien tutkimiseen. Kielen ominaisuuksien tarkastelu antaa työkaluja kumpaankin.

Termivaihtelu on merkki terminologian tuoreudesta ja aktiivisesta käyttämisestä. Siinä on eri kielissä säännönmukaisuuksia, jotka liittyvät kielen luonnolliseen muutokseen. Erityisalan terminologialle on tunnusomaista systemaattisuus, yksikäsitteisyys ja tarkkuus. Erityisaloilla termivaihtelua on paljon ja yleiskielistyminen on kiihtynyt. Erityisaloille on usein myös tyypillistä monialaisuus ja termien kierrättäminen eri läheisten erityisalojen välillä. Uudet käsitteet voivat auttaa innovaatioiden kehittämisessä ja tieteen tekemisessä kiertäessään ja tarttuessaan läheisten erityisalojen terminologiaan. (Dury, 1999) Monikielisen sanaston laatimista verrataan kontrastiiviseen kielentutkimukseen, jossa selvitetään, mitkä termeistä vastaavat suoraan tai osittain toisiaan ja mitä termejä ei ole olemassa. Termien muodostamiseen on useita suosituksia, jotka liittyvät kielelliseen tyyliin ja informatiiviseen sisältöön. Tarkoitus on pyrkiä selkeyttämään olemassaolevien termien välisiä suhteita ja helpottamaan erityisalan termien omaksumista. Kielestä puuttuville termeille pyritään löytämään vastineita sanalainojen ja käännösten avulla. (Kujamäki, 2013: 364).

Erityisesti teknisillä aloilla englannin kielen pivot-vaikutus on voimakasta. Pivot-kielen käyttö on yleistä muissa kielissä ja varsinkin tiedemaailmassa englannin kieli ohjaa myös vieraskielisten termien käyttöön. Eri alojen asiantuntijat muodostavat yhteisöjä, joissa käytetään ammatillista erityissanastoa. Terminologian kehittymisen kannalta on oleellista käyttää omaa kieltä ja omankielistä terminologiaa, mikä on myös tiedon jakamisen kannalta tärkeää. (Humbley, 2012) Asiantuntijoiden aktiivinen osallistuminen yhteistyöhön terminologian kanssa on erityisen tärkeää terminologian kehittämisessä. Termistön käyttäjät kuitenkin lopulta päättävät, ottavatko termit käyttöön. Lisäksi termien käyttökelpoisuuden vaikuttaa kielen muuttuminen (Cabré, 1998).

Kielellinen tarkastelu sisältää termivariaation muuttumistapoja, synonyymien luokittelua, ja erikseen monimerkityksisiä synonyymejä ja uudissanoja. Termivariantit eivät ole aidosti synonyymejä vaan pienillä eroilla varustettuja semanttisia ja käsitteellisiä tulkintoja samasta asiasta. (Tercedor, 2011 : 183) Monimerkityksisyyden syitä voi olla kolmenlaisia: merkityksen tarkoituksellinen vaihtaminen, uuden käsitteen syntyminen uuden teknisen tai sosiaalisen uudistuksen vuoksi, ja merkityksen vaihtuminen hitaasti kielen muuttumisen vuoksi. Nämä syyt voivat esiintyä rinnakkain ja itsenäisinä. (Temmerman, 2000: 129)

Uusilla erityisaloilla on paljon uudissanoja. Parhaimmillaan uudissanat ovat läpinäkyviä ja vakaita ja ne korvaavat huonommat vastineet. Uudissanoissa pitäisi välttää kielteisiä, kaupallisia ja muita epäsoivia konnotaatioita. (Cabré, 1998) Kun ilmaisussa kannustetaan mielikuvituksellisuuteen, terminologia monipuolistuu. (Temmerman, 2000) Uuden erityisalan uudissanat ja termivaihtelu pitää analysoida käsiteanalyysin keinoilla, jotka eivät perustu termien esiintymistiheyteen. (Pecman, 2012)

Tavallisesti uudissanat noudattavat kielen ja sen muuttumisen säännönmukaisuuksia. (Silvia, 2011) Semanttisia muutoksia ovat termin määrityksen muuttaminen, merkityksen laajentuminen, kielikuvat, nimien yleiskielistyminen ja metonymia, missä samalla termillä on sekä abstrakti että konkreettinen merkitys. Morfologisia muutoksia ovat termin lyhentäminen, sanojen yhdistäminen eri tavoin, kieliopilliset muutokset ja sanalainat, jotka voi jakaa suoriin lainoihin, kirjoitusta ja ääntämistä mukaileviin lainoihin ja suoriin käännöksiin, jolloin sana otetaan käyttöön selaisenaan vieraskielisessä muodossaan. Lisäksi termin sanoista voi poistaa tavuja ja sanoja voi yhdistellä eri tavoin, tai termit voivat olla onomatopoeettisia. (Dubuc, 1997)

Termimuutoksiin liittyy myös yleiskielistyminen, johon lasketaan ammatillisten termien siirtyminen jatkuvaan käyttöön ja erikoistermien muuttuminen yleiskielen sanoiksi. Yleiskielistäminen voi olla myös tietoinen prosessi, missä pyritään rikastamaan käytettyä sanastoa. Kielen kehittymisen kannalta tietoinen yleiskielistäminen on välttämätöntä, jolloin asiantuntijoiden ammattitermistö ei jää vastaanottajille epäselväksi. (Delavigne,

2003)

Synonyymejä voidaan luokitella täydellisiin synonyymeihin sekä käytön tai kielivaihteluiden perusteella samaa tarkoittaviksi sanoiksi. Täydelliset synonyymit ovat keskenään vaihdettavissa eri lauseyhteyksissä (Päiviö, 2007). Erityyppisiä täydellisiä synonyymejä voivat keskenään olla eri aloilla käytettävät monimerkityksiset termit, kehittäjän nimen sisältävät termit, sanalainat, latina- ja kreikkaperäiset lainat, uudissanat ja kiertoilmaukset ja erilaiset variantit, jotka ovat erilaisia kieliopillisesti, sanastollisesti tai kirjoitusasultaan, tai jotka ovat lyhennettyjä muotoja tai lyhenteitä. Käytön perusteella voi jaotella eri aikoina käytetyt termit, ammatilliset erikoistermit ja käytön yleisyyden mukaan jaotellut termit. Kielivaihteluiden piiriin taas kuuluvat saman termin sisältämät erilaiset näkökulmat ja alueellisen käytön eroavaisuudet. (Dubuc, 1997)

Työn määrittely

Pro gradu -työ on jaettu kahteen osaan: termihistorian tarkastelu ja kolmikielisen sanaston kokoaminen. Suomenkielistä sanastoa ei ole aiemmin tehty, joten suomenkielinen osuus on samalla myös kattava suomeksi kirjoitettu tietolähde alan teknisistä pääasioista.

- Sanastotermit ovat tällä hetkellä käytössä olevia keskeisiä teknisiä termejä, joiden on tarkoitus olla mahdollisimman suuren käyttäjäryhmän hyödynnettävissä.
- Kolmikielisen sanaston kielinä ovat englanti, ranska ja suomi. Erikieliset sanastot ovat samansisältöisiä ja toimivat itsenäisinä.
- Sanasto tehdään alan asiantuntijoille.
- Yhtenä tavoitteena on myös materiaalia lisäävään valmistukseen liittyvän tiedon välittäminen.
- Sanastossa on korkeintaan sata termiä, joista noin neljännes on lyhenteitä.

Alan asiantuntijoita edustaa *FIRPA*, Suomen pikavalmistusyhdistys (www.firpa.fi). Siksi sanaston termivalinnassa on suomenkielisten asiantuntijoiden näkökulma tärkeässä osassa.

Korpus

Pääasiallisena teknisenä lähteenä on käytetty *Wohlersin* vuosiraportteja. Niissä kuvataan kattavasti lisäävän valmistuksen alan markkinoita, laitteistoa, käyttökohteita, tärkeimpiä teknisiä haasteita ja tutkimuksen tavoitteita. Muunkielisinä lähteinä on aiheeseen liittyviä artikkeleita alan lehdissä sekä internetissä. Aineiston valinnassa on suosittu natiiveja kirjoittajia ja lähteiden monipuolisuutta. Asiantuntijat ovat auttaneet korpuksen valinnassa ja tarkistaneet termien teknisen oikeellisuuden.

Suomenkieliset pääasialliset lähteet ovat tulostetut lehtiartikkelit ja sanastokysely, sekä vanhemmille termeille vain painetussa muodossa oleva *TEKES*-raportti. Englanninkielisestä korpuksesta 95 % koostuu tulostetusta aineistosta. Ranskankielinen korpus on kokonaan sähköisessä muodossa.

Englanninkielinen korpus: *Wohlers-raportit vuosilta 1995-96, 1997, 2000, 2004, 2007, 2011, 2013. Standardit ASTM F2972 ja ASTM F2921 (2013).*

Ranskankielinen korpus: *Lehtiartikkeleita Wohlers-raporttien ilmestymisvuosilta 2 vuoden tarkkuudella. Aikajaksoiksi on määritelty: 1994-96, 1997-98, 2001-01, 2002-04, 2006-08, 2010-11, 2012-13. Materiaalia lisäävän valmistuksen opas AFPR:n internetsivustolla (Guide de la FA, www.afpr.asso.fr, 2003), Artikkelikokoelma (Sirris, 2013). Standardi AFNOR PR NF E67-001 (2011)*

Suomenkielinen korpus: *TEKES raportti vuodelta 1997. 6 teknistä artikkelia (paperiversiot) (2011-13), 10 artikkelia eri lähteistä (2013), 23 teknisen viikkolehden artikkelia (2011-13). Sanastokyselyn vastaukset.*

Sanastotyön korpuksena on vuoden 2013 aineisto. Termihistorian tutkimuksessa korpus jakaantuu seuraavasti:

- Aikarajaukset: englantia 1995–2013, suomi 1997 ja 2011–2013, ranska 1994–2013.
- Englannissa ja ranskassa tarkastelujaksot ovat 2–4 vuotta. Tekstit jakautuvat yhdenmukaisesti koko tutkittavalle ajanjaksolle.
- Korpus ei sisällä aineistoa vuodelta 2014.

Korpuksia ovat kooltaan seuraavat: Englanninkielinen korpus n. 266 000 sana, ranskankielinen korpus n. 111 000 sanaa ja suomenkielinen korpus n. 29 000 sanaa.

Sisällön osalta tarkastelun ulkopuolelle on jätetty:

- Kaupalliset ja logistiset termit, ja sosiaaliin ilmiöihin liittyvät termit, sekä kaupalliset nimet.
- Materiaaleihin, perinteisiin valmistusmenetelmiin ja CAD-ohjelmistojen käyttöön tai ominaisuuksiin, sekä viimeisiin tutkimuksiin liittyvät erikoistermit.

Työn vaiheet

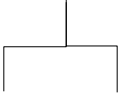
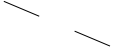



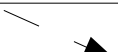
Koska englanninkielinen pääaineisto on ollut saatavilla vain painetussa muodossa, aineiston käsittelyssä on koottu termit manuaalisesti taulukkolaskentaohjelmaan, missä termit ja niiden variantit on ryhmitelty artikkeleittain, aikajaksoittain, aihepiireittäin ja valmistusvaiheittain. Jokainen termi on tilastoitu vain kerran jokaisesta artikkelista ja raportista ottamatta huomioon termin esiintymistiheyttä. Tuloksilla ei ole tilastollista arvoa, vaikka ne antavatkin hyvän yleiskuvan. Sanastotyön alussa pyrittiin kääntämisen *extraction/concordance* -työkalujen käyttöön, mutta painetussa muodossa oleva korpus rajoitti niiden hyödyntämistä. Automaattista kääntämistä on käytetty englanti-ranska -sanakirjan korvaajana.

Haastattelut, kirjeenvaihto ja sanastokysely ovat viestinnän välineinä asiantuntijoiden suuntaan. Sanastokyselyn tavoitteisiin kuului, että suomenkielisten asiantuntijoiden vastauksista kertyisi suomenkielistä tekstiaineistoa sanastotyöhön ja termihistorian tutkimukseen. Kyselyn kielenä on suomi, mutta materiaalia lisäävän valmistuksen termit ovat vain englanniksi, joten vastaajien oletettiin tuntevan alan termistöä englanniksi. Puoliavoimessa kyselyssä sai kirjoitettua tekstikenttiin ilman tekstin pituusrajoitusta. Termivastausten piti olla tällä hetkellä käytössä olevia suomenkielisiä vastineita englanninkielisille termeille. Kysely on toteutettu ilmaisella internet-työkalulla.

Sanasto sisältää jokaisesta termistä nimen, määritelmän ja synonyymit kaikilla kolmella kielellä. Lisäksi ranskankielisillä termeille on annettu kieliopillinen suku.

Sanastotyön eteneminen on jaettu karkeasti kymmeneen vaiheeseen. Sanastotyö alkoi valitsemalla keskeisimpiä termejä *ASTM*-standardin ja *Wohlersin* 2013 raportin pohjalta. Näistä englanninkielisistä termeistä hahmoteltiin käsitekaaviot. Tämän jälkeen termien määritykset käännettiin suomeksi. Nämä suomenkieliset termit selitykseen tarkistutettiin asiantuntijoilla, mistä saadun palautteen pohjalta päätettiin, mitä termejä sanastoon otetaan mukaan ja mitä jätetään ulkopuolelle. Termivalinta muuttui vielä, kun käsitekaavioit laadittiin kaikille kielille. Tämän jälkeen koko sanasto käännettiin ranskan kielelle, missä yhteydessä myös muiden kielten sanastoja muokattiin toisiaan vastaaviksi. Termiselityksiä tiivistettiin vielä lisää ranskankielisen sanaston oikoluvun ja muun muokkaamisen jälkeen. Sen jälkeen ranskan- ja englanninkieliset terminimet tarkistutettiin ranskankielisillä asiantuntijoilla; termiselityksiä ei toimitettu tässä yhteydessä. Viimeistelyvaiheeseen sisältyi vielä joitain korjauksia ja oikolukua. Englanninkielinen termistö on kokonaisuudessaan kielitarkistettu natiivilla.

Käsiteanalyysiin ja käsitekaavioiden laatimiseen on eri näkökulmia: (Nissilä, 1999), (Suonuuti, 2006), (TSK 36, 2006) ja (Van Campenhoudt, 1996). Tässä työssä käsitekaavioihin on koottu oma notaatio olemassaolevien pohjalta.

Merkintä	Määritelmä
	Koostumussuhde (jokainen komponentti voi esiintyä yhden tai useamman kerran), jossa komponentin viiva voi olla yhtenäinen tai katkonainen. Katkonaisuudella tarkoitetaan epätodennäköistä komponenttia.
	Ollennainen kytkös (kun termiä ei voi kuvata muilla käsitesuhteilla)
	Osittainen synonymia
	Funktiosuhde (ensimmäinen käsite saa aikaan jälkimmäisen)
	Hierarkinen suhde hyperonyymin ja hyponyymin välillä.
	Vaikutussuhde (ensimmäinen käsite vaikuttaa epäsuorasti jälkimmäiseen)

Taulukko. Käsitekaavioiden notaatio.

Käsitekaaviot ja lopullinen sanasto ovat pro gradu -työn liitteinä.

Sanasto julkaistaan *FIRPA*:n internetsivustolla. Tutkimustyön pääpiirteet on esitetty *FIRPA*:n vuosiseminaarissa 2014.

Tulosten arviointi

Tutkimuksessa käytetään erilaisia lähestymistapoja erityisalan terminologiaan, etsien runsaasti termiesimerkkejä. Tulosten arviointi alkaa määrittelemällä ja ryhmittelemällä erilaisia tarkastelutasoja. Teknisiä alan muutoksia tarkastellaan kielen ulkoisten vaikutusten kautta.

Tulosten arvioinnissa käytetään neljää eri tasoa:

- Termien määrä korpuksessa ja yleisimmin esiintyvien termien tilastointi
- Tekniikan kehittymiseen liittyvä kielen ulkoinen termivaihtelu.
- Kielenmuodostuksen keinot terminologiassa.
- Termien merkityksien vertailu ajallisesti ja pivot-kielen suhteen.
- Käsiteanalyysi ja käsitekaaviot
- Sanaston analyysi: synonyymit ja uudissanat kussakin kielessä.

Tulokset on ryhmitelty niin, että alan moninaisuus on nähtävissä useasta näkökulmasta. Analysoinnin tasoja ei voi toisistaan erottaa, päinvastoin ne vaikuttavat toisiinsa. Valmistusmenetelmien termit eri tarkastelujaksoina on esitetty taulukoissa. Niiden joukossa on useita termejä, joita ei ole erikseen analysoitu, mutta jotka tuovat esiin termivaihtelun eri ulottuvuuksia. Sen lisäksi ne kertovat kielten ja toimialojen välisestä vuorovaikutuksesta, yleiskielistymisestä ja uudissanojen luomisesta, jotka kaikki ajan kuluessa monipuolistavat terminologiaa.

Korpusanalyysi

Suomenkielinen korpus sisältää alle 500 termikandidaattia. Ranskankielisessä ja englanninkielisessä korpuksessa on kummassakin alle 2000 termikandidaattia, joten ne ovat suuruusluokkansa puolesta vertailukelpoisia keskenään. Englanninkielinen korpus

on kuitenkin kattavampi ja monipuolisempi, ja antaa totuudenmukaisemman kuvan termien jakautumisesta eri aihealueisiin.

Useimmin korpuksessa esiintyviä ja siten lähes kaikissa tarkastelujaksoissa käytössä olleita termikandidaatteja on englanninkielisessä aineistossa 6 % ja ranskankielisessä aineistossa 4 %. Suomenkielisessä aineistossa on 34 termikandidaattia, jotka esiintyvät vähintään 30 % artikkeleista. Korpuksessa on myös havaittavissa, että varhaisimpina vuosina termien määrä on pienempi, eikä niitä määritellä. Vastaavasti varsinkin 2007 jälkeen termimäärä on moninkertaistunut, ja termien määrittelyissä käytetään enemmän tieteellisiä kuvauksia ja teknisiä yksityiskohtia. Yleisesti kaikissa kielissä on havaittavissa eroja käytännöissä, jotka liittyvät isojen kirjainten käyttöön termeissä ja lyhenteiden aukikirjoittamisessa. Isot kirjaimet ovat olleet suosituksissa 2007 asti, sen sijaan 2011 jälkeen on suosittu pieniä kirjaimia.

Termit voidaan jakaa seitsemään kategoriaan valmistusprosessin mukaisesti: suunnittelu (*conception*), skannaus (*scanning*), valmistustekniikat (*procédés*), laitteistot (*systèmes*), työvälineet (*outillage*), viimeistely (*finition*), valmistus (*fabrication*). Suluissa ovat vastaavat ranskankieliset kategorioiden nimet. Suunnittelun piiriin kuuluvat CAD-ohjelmistot ja tiedostoformaatit. Scannaukseen liittyvät *takaisinmallinnus* ja valmistusprosessin automatisointi skannaamalla saadun *3D-pistepilven* tiedoilla. Eri laitteistoissa käytetään kerrallaan yhtä valmistustekniikkaa. Viimeistely sisältää erilaisia *jälkikäsittelyn* menetelmiä, joita edelleen tarvitaan kappaleiden laadun ja ulkonäön parantamiseksi. Valmistustermeihin toimialan yleiset luokittelutermit.

Työvälinevalmistuksen merkityksen vähennyttyä, siihen liittyvät termit on jätetty vähemmälle käsittelylle, vaikka niitä on lukumääräisesti paljon. Perinteisiin valmistusmenetelmiin ja *jälkikäsittelyyn* liittyvät termit on kuitenkin otettu mukaan sanastoon. Vastaavasti standardointityö on vaikuttanut eniten valmistustekniikoihin, ja yleistermeihin, kuten alan nimitykseen. Automatisoinnin kannalta suunnitteluun ja *takaisinmallinnukseen* liittyvät termit ovat keskeisiä, mutta ne eivät ole juuri muuttuneet.

Useat alaan liittyvät tärkeät termit ovat yleiskielistyneet käytössä teknisen tuntemuksen lisääntyttyä yleisesti, esim. *laser beam* (en) ja *lenses* (en), sekä suunnitteluohjelmistoihin liittyvät käsitteet. Semanttisista muutoksista esimerkkeinä ovat termien määrittelyn muuttuminen, esim. *prototype* (en) ja *3D printing* (en), nimien yleiskielistyminen, esim. *stereolithography* (en) ja *stratoconception* (fr) ja lyhenteiden muuttuminen substantiiveiksi, esim. *STL* (fr) ja *SLS* (fr), merkityksen laajentuminen, esim. *3D printing* (en). Semanttista on myös metonymia, esim. *tooling* (en), *outillage* (fr) tai *technology / technologies* (en), *tekniikka / tekniikat* (fi), missä samalla sanalla on sekä abstrakti että konkreettinen merkitys.

Sanastotyö

Sanastotyön termivalinnoissa on käytetty hyväksi termihistorian tuloksia. Termien valinta on aloitettu ASTM-standardin ja *Wohlersin* uusimman raportin (2013) lopussa olevan sanaston tarkastelulla. Sanastotermeistä 38 on peräisin näistä lähteistä. Termit on luokiteltu sekä sanastossa että käsiteanalyysissa valmistusprosessin vaiheiden mukaan: valmistuksen yleistermit, suunnittelun ja takaisinmallinnuksen termit, valmistustekniikat, laitteiden rakenne ja toiminta, *jälkikäsittely*.

Sanastoon on otettu mukaan myös monimerkityksisiä termejä, joita ovat kaikissa kielissä *sintraus*, *infiltraatio*, *ekstruusio*, *prototyyppi*, *3D-tulostus*, ja englannissa ja ranskassa myös *triangulation*. *Prototyyppi* on aiemmin valmistettu erikseen jokaiseen käyttötarkoitukseen, mutta *materiaalia lisäävän valmistuksen* menetelmillä tehty yksi *prototyyppi* korvaa muut, jolloin yhtä voidaan käyttää eri tarkoituksiin. *Sintraus*-termiä käytetään sekä valmistustekniikasta (*laser sintering*) että *jälkikäsittelyyn* liittyvästä lämpökäsittelystä. *3D-tulostus* on sekä toimialan nimi että valmistustekniikan aiempi nimi. *Infiltraatio*, *ekstruusio* ja *triangulation* ovat muilla aloilla käytettäviä termejä, joilla on materiaalia lisäävässä valmistuksessa oma merkitys.

Useimmat termit ovat käsittekaavioissa vain kerran. Termit jotka selkeästi liittyvät useampaan kaavioon on toistettu (*materiaalia lisäävä valmistus*, *ASTM*, *CAD*, *tukirakenne*, *AM-laitteet*). Useimpien käsitteiden välillä on joko hierarkia, koostumus- tai funktiosuhde. Katkoviivallisia koostumussuhteita on vain yksi (*hybridivalmistus* <> *perinteiset valmistusmenetelmät*). Osittaisen synonymian suhteita on kaksi: (*materiaalia lisäävä valmistus* <> *3D-tulostus* ja *3D-malli* <> *tilavuusmalli*). Myös vaikutussuhteita on kaksi (*pintamalli* <> *tilavuusmalli* ja *IGES* <> *STEP*).

Sanaston pivot-kielivertailusta on havaintona, että suomen kielessä on enemmän uudissanoja ja sanalainoja kuin ranskankielessä. Ranskan kielessäkin niitä esiintyy, mutta enimmäkseen termeissä, jotka liittyvät terminologian standardointiin tai uusiin innovaatioihin. Vastaavasti ajallisen vertailun ja pivot-vertailun pohjalta voi havaita, että termiparien *vat polymerization* (en), *photopolymérisation* (fr) ja *subtractive manufacturing* (en), *fabrication soustractive* (fr) osalta ei ole itsestään selvää, kummasta kielestä termi on alkuaan peräisin. Kielten välistä vuorovaikutusta tapahtuu useampaan suuntaan.

Termihistoriaa

Eniten synonymeja on esim. toimialan nimellä, *layer by layer* (en), *kerros kerrokselta* (fi) -käsitteellä, sekä prototyypillä ja *3D-scannauksella* varsinkin ranskan kielessä. *Kerros kerrokselta* -käsitteelle on suomen kielessä kolme erilaista variaatiota, joita käytetään eri verbien kanssa. Englannin kielessä vakiintuneita sanamuotoja on viisi, ranskankielessä sen sijaan toistakymmentä.

Valmistuksen yleistermeistä eniten on muuttunut toimialan nimi, jonka nykyinen versio *additive manufacturing* (en) on ollut käytössä vuodesta 2010. Synonymeja on käytössä useita. Esimerkkejä näistä ovat *layer manufacturing* (en) ja *additive layer manufacturing* (en). *FIRPA* suosittelee alan nimeksi useita tarmejä, jotka on listattu *FIRPA*:n internetsivustolla. Näitä vaihtoehtoja ovat: *materiaalia lisäävä valmistus*, *3D-tulostus*, *AM-tekniikka*, *3D Printing* ja *Additive Manufacturing (AM)*, joista kaksi jälkimmäistä ovat suoria lainoja. Aiemmin alannimenä on ollut myös *pikavalmistus*, jota edelleen käytetään, mutta joka liitetään vahvasti prototyyppien valmistukseen.

3D-tulostus-termiä käytetään englannin- ja ranskankielisissä lähteissä jo 1994-96 puhuttaessa toimistoissa käytettävistä tulostimista, joiden tarkoituksena on saada aikaan konseptimalleja suunnittelutyöhön. Suomen kielessä termiä *3D-tulostus* on käytetty ensimmäisen kerran vuonna 2011.

Ranskan kielessä on olleet käytössä myös termit *fabrication par couches soustractive/additive* (fr), joiden merkitys on suppeampi kuin englanninkielisen *vastineen*, jota käytetään toimialan nimenä. Suomeksi ranskankielinen termi on käännettävissä muotoon *kerroksittain valmistus*. Sana *soustractive* (fr) esiintyy ranskankielisestä korpuksessa ensi kerran vuosina 2002–04, kun taas englanninkielisessä korpuksessa vastaava sana *subtractive* (en) on ensi kerran vuonna 2007.

Suunnitteluun liittyvien termien joukossa on eniten lyhenteitä. Nämä liittyvät alan yleiskäsitteisiin ja tiedostoformaatteihin. *STL* (en) on ollut pitkään käytössä materiaalia lisäävän valmistuksen laitteissa. Lyhenteen alkuperänä on valmistustekniikan nimi: *stereolitografia*. *ASTM*-standardissa on jo esitelty uusi *AMF*-tiedostoformaatti, jonka odotetaan korvaavan *STL*-formaatin tulevaisuudessa. Tosin useat käytössä olevat laitteet perustuvat edelleen *STL*-formaatin käyttöön.

Erityisesti valmistustekniikoiden nimissä on runsaasti morfologisia muutoksia. Niitä ovat yhdyssanat, joissa on yleiskielen sanoja, joko ruumiinosia (esim. *tête de déposition* (fr), *printing head* (en), *tulostuspää* (fi)) tai teknisiä yleissanoja (kuten *menetelmä*, *järjestelmä*, *tekniikka*), yhdistettynä lyhenteisiin, esim. *AM systems* (en), *AM-laitteet* (fi). Näiden lisäksi käytetään antonymiaa, esim. *additive* <> *subtractive* (en), *direct* <> *indirect* (en, fr), *poistavat* <> *lisäävät menetelmät* (fi).

Uudet valmistustekniikoiden kategoriat on määritelty *ASTM*-standardissa vuonna 2013. Nimitystä on käytetty määrätietoisesti Wohlersin vuosiraportissa 2013. Ranskan kielessä ei ole vielä olemassa ”virallisia” yleisnimityksiä valmistustekniikoille. Suomen kielessä useat nimityksistä pitää luoda. Ennen standardinmukaisia nimityksiä eri valmistusmenetelmistä on käytetty niiden kaupallisia nimityksiä ja näiden lyhenteitä yhdistettynä yleissanoihin. *FDM* on yksi vanhimmista tekniikoista ja se on vakiintunut myös suomen kieleen lyhenteenä; uusi standardin menetelmä on *material extrusion* (en), joka on yleisimmin käytetty myös moderneissa *3D-tulostimissa*. Alunperin *3D-tulostus* on pohjautunut *3DP*-tekniikkaan, joka kuuluu liimaruiskutusmenetelmiin (*binder jetting* (en)) *3DP* on englanninkielisessä korpuksessa ensimmäisen kerran 1997–98. Stereolitografia on kehitetty jo vuonna 1987, ja nimitys on vakiintunut kaikkiin kieliin, standardinimenä *vat polymerisation* (en), jota ei englanninkielisessä korpuksessa esiinny ennen vuotta 2013. Tosin ranskankielisestä korpuksesta löytyy termi *photopolymérisation* (fr) jo vuonna 1994-96. Polymeereille on käytetty luokitusta *thermoset plastic* (en) (*kertamuovi*) ensimmäisen kerran vuonna 2013. Ranskan kieleen on valmistusmenetelmän nimeksi vakiintunut 1990-luvun alussa kehitetty *stratoconception*; standardissa valmistusmenetelmän nimi on *sheet lamination* (en).

Valmistustekniikoista *powder bed fusion* (en) on laajimmin käytetty ja pitää sisällään useita kaupallisia nimityksiä, joukossa on myös useita käytöstä pois jääneitä. Suppein ryhmä on *material jetting* (en), joka toimintaperiaate on lähinnä perinteistä mustesuihkukirjoitinta. Moniulotteisin ryhmä on *directed energy deposition* (en), johon on sisällytetty useita hyvin erilaisia tekniikoita. Näistä monia käytetään hyvin harvoissa sovellutuksissa ja monet ovat poistuneet käytöstä. Tekniikoille on yhteistä epälineaarinen valmistustapa, jossa sekä materiaalia että energiaa kohdistetaan tiettyyn pisteeseen. Näiden tekniikoiden odotetaan kehittyvän paljon lähitulevaisuudessa. Suomenkielistä nimitystä ei varsinaisesti ole olemassa, mutta pitkähkö selitys on ”valmistus kohdistamalla materiaalivirta ja energia pistemäisesti samaan kohtaan”.

Yhteenveto

Materiaalia lisäävä valmistus on terminologiatutkimuksen näkökulmasta uusi ja muuttuva tekninen erityisala, josta ovat tunnusmerkkeinä synonyymien ja varianttien runsaus, termien nopea yleiskielistyminen ja joidenkin termien puuttuminen ammattikielestä. Jos erityisalalla ei ole yleistä terminologiaa, termien luonnissa ei ole muuta vaihtoehtoa kuin erilaisten kaupallisten nimien ja erityistermien käyttäminen. Myös yleistermien puute lisää termivarianttien määrää. Termien ryhmittely on siis välttämätöntä, jotta terminologia säilyisi yhtenäisenä.

Tekniset muutokset voivat synnyttää uusia termejä, mutta olla myös syynä yleistermien puuttumiselle. Tavoitteena on välttää pysähtyneisyyden tilaa, ja sen sijaan pyrkiä varianttien määrää lisäämällä monipuolistamaan terminologiaa. Termien puuttumisen taustalla voi olla liian yleiset ilmaukset ja suorien lainojen käyttö. Eri aikoina käytettyjen samannäköisten termien osalta pitää muistaa merkityksen muuttuminen erityisalan kehittyessä. Yleisesti erilaiset tekniset muutokset vaikuttavat käytettäviin termeihin, ja voivat muuttaa niiden merkityksen vanhentuneeksi. Termeille voi kuitenkin myös antaa uusia määrittelyksiä, jolloin käytössä olevia termejä voi edelleen hyödyntää. Kun muodostetaan uusia termejä tai kun muokataan olemassaolevia, pyritään pääsemään eroon vanhoista konnotaatioista ja löytämään uusia; näin myös tehdään tilaa uusille teknisille innovaatioille. Yleisesti uudissanoista parhaita ovat yksinkertaiset aiempien termien luovat yhdistelmät, jotka hyödyntävät kielen sananmuodostusominaisuuksia monipuolisesti ja ilmentävät useita näkökulmia.. Samalla kaikissa kielissä suositaan lyhyitä termejä.

Samat sanat eivät ole uudissanoja kaikissa kielissä. Suorien käännösten ja lyhenteiden käyttö on erityisaloilla tyypillistä, kun uusia käsitteitä omaksutaan. Omankieliset termit syntyvät vasta myöhemmin. Suomenkielessä termien syntyminen on varsin hidasta, mutta toimivat termit eivät myöhemmin juuri muutu. Uudissanoiksi on oletettu työn alkuvaiheessa standardoidut prosessinitimet sekä *3D-tulostus*-termi, mutta tarkemman

tarkastelun perusteella ko. termit ovat olleet käytössä englannin ja ranskan kielissä jo pitkään, ja uudet nimitykset ovat joko yhdistelmiä vanhoista tai uudelleen käyttöön otettuja vanhoja termejä.

Yksi työn tavoitteista on kannustaa asiantuntijoita omankielisen terminologian käyttöön. Terminologiatyön tavoitteena on termistön kartoittaminen ja tutkiminen sekä uusien termiehdotuksien tekeminen. Vastuu termien käyttöönottamisesta on erityisalan asiantuntijoilla. *Wohlers* on jo pitkään ottanut vastuuta englanninkielisestä terminologiasta. Asiantuntijat voivat siis vaikuttaa aktiivisesti termistön kehitykseen. Erityisalan omaksuminen on helpompaa, kun termistön rakenne on yhtenäinen. Mediassa eniten käytetyt termit jäävät todennäköisemmin käyttöön. Terminologiatyö ei ole pelkästään standardointityötä. Asiantuntijoiden on mahdollista tietoisesti osallistua termien selkokielistämiseen ja vaikuttaa siten käytettäviin termeihin ja jaetun tiedon oikeellisuuteen.

Teknisillä aloilla on tyypillistä englannin kielen vahva asema pivot-kielenä. Eri kielten välinen vuorovaikutus näkyy eriasteisina sanalainoina, toisinaan myös muista kielistä pivot-kielen. Ranskan kielessä varianttien syntyminen on systemaattista. Englannissa taas vaatimatonta, koska vanhojen termien uudelleenmäärittely on yleisempää. Suomenkielinen termistö ei ole vielä vakiintunut. Eri kielten terminologiat kehittyvät eri aikaan ja ovat erilaissa kehityksen vaiheissa. Englanninkielinen standardi on ollut olemassa vain reilun vuoden, minkä vuoksi termiesn siirtyminen muihin kieliin on vielä kesken.

Korpus on todettu luotettavaksi asiantuntijatarkistuksella. Käytetty korpus on laaja-alaisempaan automatisoituun tutkimustapaan suppea. Ranskankielisessä korpuksessa näkyy eniten hajanaisuus, mihin vaikuttaa artikkelien vähyys ja hakusanojen vaikutus. Suomenkielisen aineiston puutteesta on osoituksena Tekniikka ja Talous -lehden artikkelit, joissa on käytetty vain muutamia avaintermejä, eikä ole selitetty tarkemmin teknisiä yksityiskohtia. Kyselyllä pyrittiin samaan suomenkielistä korpusaineistoa. Tietynasteinen spontaanisuus ja epämääräisyys kysymystenasettelussa lisäsi saadun aineiston monipuolisuutta. Standardikielen vaativuus ja standardin yksityiskohdat eivät olleet niin laaja-alaisesti asiantuntijoiden tiedossa, kuin alunperin työn alkaessa oletetin. Käsitemallit on auttanut sanastotyössä; erityisesti monimerkityksiset termit ovat tulleet selkeästi esiin käsittekaavioista. Ensimmäisissä kaavioversioissa epämääräisyyttä aiheuttivat termien epäselkeys, kaavioiden notaatio ja teknisten yksityiskohtien monimutkaisuus. Eri kielten kaaviot ovat toistensa kopioita.

Loppupäätelmät

Materiaalia lisäävä valmistus ja varsinkin *3D-tulostuksen* uusimmat innovaatiot ovat saaneet viime aikoina paljon palstatilaa. Koska valmistusmenetelmien kehitys on alkanut vasta 1980-luvulla, ala on terminologian kannalta uusi. Vuodesta 1995 teollisuusalan kehitystä on koottu *Wohlersin* raportteihin. Alan monimuotoistuminen ja termistön moninkertaistuminen on tuonut omia haasteita. Viimeisimmät sosioteknologiset muutokset ovat muuttaneet terminologiaa ja luoneet paljon uusia käsitteitä kaikkiin kieliin, eivätkä uudet standardit ole vielä ehtineet vakiintua.

Tämä pro gradu -tutkielma on tietynlainen johdatus materiaalia lisäävän valmistuksen erilaisiin mahdollisuuksiin. Tutkimuskysymyksiin on pyritty vastaamaan sanastotyön ja termihistorian tarkastelun avulla. Sanasto on tämän hetkisen terminologian kuvaus. Tulevat tekniset muutokset voivat nopeastikin muuttaa sen sisältöä, vaikka termien valinnassa onkin pyritty pysymään riittävän yleisissä termeissä ja termikuvauksissa. Synonyymien runsaus kertoo termistön kehitysvaiheesta: tarvitaan uusia termejä, olemassaolevat ovat käytössä samanveroisina ja osoittavat eri näkökulmia. Sanasto julkaistaan *FIRPA:n* internetsivustolla (www.firpa.fi), mikä toivottavasti nopeuttaa alan termistön leviämistä ja omaksumista.

Työssä ei ole käsitelty sosioteknologiseen muutokseen liittyviä ilmiöitä, kuten halpojen tulostimien yleistymistä markkinoilla ja niiden tuloa lähes jokaisen saataville, sekä

mahdollisutta lähettää omia 3D-suunnitelmia sähköpostin välityksellä 3D-valmistajalle ja erityisten tulostuspajojen ilmaantumista. Uusista teknisistä keksinnöistä on useita artikkeleita esim. näissä lehdissä: *Rapid Prototyping Journal* ja *TCT Magazine* (<http://www.tctmagazine.com>).

Aihetta voi tutkia syvällisemmin useasta eri näkökulmasta: 1) Viimeaikaiset sosioteknisiin muutokset ja siihen liittyen 3D-tulostuksen markkinointitekstien kielenkäyttöä ja lehdistön ”hopen” vaikutusta erityisalan terminologiaan. 2) Laaditun sanaston käyttöönottamista ja mahdollinen muuttuminen lähivuosien aikana. Erityisesti menetelmien automatisointiin ja takaisinmallinnukseen liittyvät termit tulevat tarkentumaan. 3) Eri sovellusalojen, esim. lääketieteen tai avaruusteknologian erityisterminologiat.

4) Alan termejä voi tutkia myös termihistorian näkökulmasta, jolloin pitää ottaa huomioon kunkin tarkastelujakson omat tulkinnat ja välttää niiden sekoittamista myöhempiin määrittelyihin. Tällöin myös laajempi korpus antaisi mahdollisuuden tarkemmalle tilastoinnille. Tällaisessa työssä tarvitaan myös asiantuntijayhteistyötä. Tosin alan terminologiatyö pyrkii selittämään vanhoja ilmiöitä ja käsitteitä uudella termistöllä, joten voi olla vaikea löytää sellaisia asiantuntijoita, joilla on sopiva kokemus ja näkökulma.

5) Vastaavasti olisi mahdollista tutkia myös englanninkielistä ammatilista diskurssia FIRPAn internetsivustolta löytyvän rp_ml mailinglist -arkiston avulla. Myös diskurssin tulkitsemisessa tarvitaan yhteistyötä asiantuntijoiden kanssa edellä mainitusta syystä.

Materiaalia lisäävä valmistus on hyvä vaihtoehto monimutkaisten kappaleiden valmistukseen. Tällä hetkellä suuntauksena on useiden valmistustekniikoiden parhaimpien ominaisuuksien yhdistäminen, sekä useiden värien ja materiaalien käyttö samassa kappaleessa. Standardointityöllä pyritään saamaan yhtenevät sovelluskohtaiset laatuvaatimukset materiaalia lisäävään valmistukseen. Samassa yhteydessä on myös hyvä muistaa terminologiatyö ja sen tuomat mahdollisuudet. Tekniikan nykytila ja tulevaisuuden tavoitteet ovat vielä varsin etäällä toisistaan, mutta tavoitteita pyritään jo nyt ottamaan huomioon teknisessä suunnittelussa.

9 Références

9.1 Sources primaires

Sources en anglais (2013-1995) :

ASTM F2921-11e3 Standard Terminology for Additive Manufacturing—Coordinate Systems and Test Methodologies (révision de 2013)

ASTM F2792-12a Standard Terminology for Additive Manufacturing Technologies (révision de 2013) - norme anglaise (33 termes)

Wohlers Report 2013, Additive Manufacturing and 3D Printing State of the Industry, Annual Worldwide Progress Report, Wohlers Associates, 2013.

Wohlers Report 2011, Additive Manufacturing and 3D Printing State of the Industry, Annual Worldwide Progress Report, Wohlers Associates, 2011.

Wohlers Report 2007, State of the Industry Annual Worldwide Progress Report, Terry Wohlers, Wohlers Associates, 2007

Wohlers Report 2004, Rapid Prototyping, Tooling & Manufacturing, State of the Industry, Annual Worldwide Progress Report, Terry Wohlers, Wohlers Associates, 2004

Wohlers Report 2000, Rapid Prototyping & Tooling, State of the Industry, Annual Worldwide Progress Report, Terry Wohlers, Wohlers Associates, 2000

Rapid Prototyping, State of the Industry 1997, Worldwide Progress Report, Terry Wohlers, RPA SME, Rapid Prototyping Association of the Society of Manufacturing Engineers, Wohlers Associates, 1997

State of the Industry, Rapid Prototyping 1995-96 Worldwide Report, Terry Wohlers, SME, Society of Manufacturing Engineers, Wohlers Associates, 1996

Sources en finnois :

TEKES. 1997. *Rapid prototyping – Mallien, prototyyppien ja työkalujen pikavalmistus*, Teknologia katsaus 52/97, TEKES, Helsinki 1997

articles techniques imprimés 2011-2013 par ordre alphabétique :

SUVANTO, Pertti. 2013. "Vallankumous etenee kerros kerrokselta". *Reset* 1/2013. p.12-17
Disponible sur : <http://reset-lehti.fi/tutustu-lehteen/> (Consulté le 19 avril 2014)

TERVOLA, Janne. 2011. "Pikamalli syntyy lasersintraamalla". *Tekniikka ja Talous*. 29.4.2011. p. 16-17.

TERVOLA, Janne. 2012. "Pikavalmistus, Valmista mitä haluat". *Tekniikka ja Talous*. 13.4.2012. p. 20-22.

TUOMI, Jukka. 2012. "Pikavalmistus", 10/2012. (un article non publié / julkaisematon artikkeli)

TUOMI, Jukka. 2013. "Moniulotteinen tulevaisuus". *Print&Media*, nro 1, helmikuu 2013, p. 25-27. Disponible sur : http://issuu.com/sissyweb/docs/pm1_helmikuu2013 (Consulté le 24 octobre 2014)

VANHALAKKA, Vesa. 2011. "Tulostettu tulevaisuus". *Tekniikka ja Talous*. 3.4.2011. p. 6-11.

articles de sources diverses, à partir de 2013, par ordre chronologique inversé :

MANNINEN, Kari. 2013. "Kohta uusia elimiä kopiokoneella". *Karjalainen*. 18.10.2013 (imprimé)

"VTT visioi: 3D-tulostuksesta Suomelle uusi Nokia". 19.9.2013. Disponible sur : http://yle.fi/uutiset/vtt_visioi_3d-tulostuksesta_suomelle_uusi_nokia/6837596 (Consulté le 21 octobre 2013)

"Kolmiulotteinen tulevaisuus". *Valopilkku* 3/2013, elokuu 2013, p. 22-23. Disponible sur : <http://www.turkuenergia.fi/valopilkku/index.php?page=b670b1628ceb3ef1bda00295d523cb4> (Consulté le 23 octobre 2014)

"3d-tulostus voi säästää kodeissa jopa tuhansia". 5.8.2013. Disponible sur : http://www.co2-raportti.fi/index.php?page=ilmastouutisia&news_id=3989&utm_source=twitterfeed&utm_medium=twitter (Consulté le 21 octobre 2013)

"Tyrmäys 3d-kotitulostukselle: "Juuri mitään hyödyllistä ei voi valmistaa"". 11.7.2013. Disponible sur : <http://www.digitoday.fi/tiede-ja-teknologia/2013/07/11/tyrmays-3d-kotitulostukselle-juuri-mitaan-hyodyllista-ei-voi-valmistaa/20139592/66> (Consulté le 21 octobre 2013)

"3D-tulostus mullistaa fotonikan maailmaa". 18.6.2013. Disponible sur : <http://www.uef.fi/fi/uef/-/3d-tulostus-mullistaa-fotonikan-maailmaa> (Consulté le 21 octobre 2013)

"3D-tulostus: ihmisen varaosia ja mediahypeä". 13.6.2013. Disponible sur : http://sci.aalto.fi/fi/current/current_archive/news/2013-06-13-002/ (Consulté le 23 octobre 2014)

"3D-tulostus on länsimaiden pelastus". 7.5.2013. Disponible sur : <https://www.tietohallintomalli.fi/artikkeli/2013-05-07/3d-tulostus-lansimaiden-pelastus> (Consulté le 21 octobre 2013)

"3D-tulostus avaa uusia liiketoimintamalleja". 19.4.2013. Disponible sur : <http://www.turkusciencepark.com/fi/spark-uutiset/1020/3d-tulostus-avaa-uusia-liiketoimintamalleja/> (Consulté le 21 octobre 2013)

"3D-tulostus mullistaa valmistuksen". 19.4.2013. Disponible sur : http://www.lut.fi/uutiset/-/asset_publisher/h33vOeufOQWn/content/3d-tulostus-mullistaa-valmistuksen (Consulté le 21 octobre 2013)

articles de l'hebdomadaire technique « Tekniikka ja Talous », www.tekniikkatalous.fi 2011-2013, par ordre chronologique inversé :

LUOTOLA, Janne. 2013. "Kuinka 3d-tulostin saadaan valmistamaan itseään suurempia esineitä?". 22.9.2013. Disponible sur : <http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/kuinka+3dtulostin+saadaan+valmistamaan+itseaan+suurempia+esineita/a931900> (Consulté le 23 octobre 2013)

LUOTOLA, Janne. 2013. "VTT uskoo: 3d-tulostuksessa Suomen tulevaisuus". 19.9.2013. Disponible sur : <http://www.tekniikkatalous.fi/ict/vtt+uskoo+3dtulostuksessa+suomen+tulevaisuus/a931374> (Consulté le 23 octobre 2013)

RAUNIO, Helena. 2013. "Ainutlaatuisella 3d-tulostimella syntyy linssejä – Yle: Itä-Suomen yliopisto harppaa fotonikassa maailman kärkeen". 13.6.2013. Disponible sur : <http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/ainutlaatuisella+3dtulostimella+syntyy+linsseja+yyle+itasuomen+yliopisto+harppaa+fotonikassa+maailman+karkeen/a908933> (Consulté le 23 octobre 2013)

23 octobre 2013)

RAUNIO, Helena. 2013. "Useampi metalli samaan nanohiukkaseen – VTT:n uusi reaktori auttaa tuottamaan mullistavia 3d-tulosteita". 29.5.2013. Disponible sur : <http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/useampi+metalli+samaan+nanohiukkaseen+ndash+vtt+n+uusi+reaktori+auttaa+tuottamaan+mullistavia+3dtulosteita/a905161> (Consulté le 23 octobre 2013)

VÄNSKÄ, Olli. 2013. "Yle: Suomessa 3d-tulostettiin toimiva käsiase". 15.5.2013. Disponible sur : <http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/yle+suomessa+3dtulostettiin+toimiva+kasiase/a901493> (Consulté le 23 octobre 2013)

LUOTOLA, Janne. 2013. "Yhtä vahva kuin tavallinen, puolta kevyempi – Nyt 3d-tulostin valmistaa kokonaisen auton". 6.5.2013. Disponible sur : <http://www.tekniikkatalous.fi/autot/yhta+vahva+kuin+tavallinen+puolta+kevyempi+ndash+nyt+3dtulostin+valmistaa+kokonaisen+auton/a899606> (Consulté le 23 octobre 2013)

LUOTOLA, Janne. 2013. "Näissä töissä 3d-tulostimien käyttäminen ei ole leikkiä vaan järkevää". 28.4.2013. Disponible sur : <http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/naissa+toissa+3dtulostimien+kayttaminen+ei+ole+leikkia+vaan+jarkevaa/a897921> (Consulté le 23 octobre 2013)

LUOTOLA, Janne. 2013. "Lue kymmenen syytä, miksi 3d-tulostimet yleistyvät". 8.3.2013. Disponible sur : <http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/lue+kymmenen+syyta+miksi+3dtulostimet+yleistyvat/a885316> (Consulté le 23 octobre 2013)

HEIKKILÄ, Mari. 2013. "Seuraavaksi tulee 4D-tulostus". 27.2.2013. Disponible sur : <http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/seuraavaksi+tulee+4dtulostus/a882535> (Consulté le 23 octobre 2013)

LUOTOLA, Janne. 2013. "Ensimmäinen tulostettu varaosa: lapsi sai korvan 3d-tulostimella". 21.2.2013. Disponible sur : <http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/tiede/ensimmainen+tulostettu+varaosa+lapsi+sai+korvan+3dtulostimella/a881110> (Consulté le 23 octobre 2013)

"3d-tulostettu talo nousee pystyyn päivässä". 18.2.2013. (Source d'article : Talouselämä) Disponible sur : <http://www.tekniikkatalous.fi/rakennus/3dtulostettu+talo+nousee+pystyyn+paivassa/a879942> (Consulté le 23 octobre 2013)

LUOTOLA, Janne. 2013. "Nokia ohjeistaa: näin printtaat Lumiaasi oman kuoren". 21.1.2013. Disponible sur : <http://www.tekniikkatalous.fi/ict/nokia+ohjeistaa+nain+printtaat+lumiaasi+oman+kuoren/a871859> (Consulté le 23 octobre 2013)

VIRTANEN, Sofia. 2012. "Hurja visio: jaetaan rokotteet sähköpostilla". 24.10.2012. Disponible sur : <http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/hurja+visio+jaetaan+rokotteet+sahkopostilla/a849705> (Consulté le 23 octobre 2013)

LUOTOLA, Janne. 2012. "3d-tulostimella voi valmistaa kotona "avoimen lähdekoodin" aseiden". 5.9.2012. Disponible sur : <http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/3dtulostimella+voi+valmistaa+kotona+quotavoimen+lähdekoodinquot+aseen/a834980> (Consulté le 23 octobre 2013)

HEIKKILÄ, Mari. 2012. "Talo valmistuu 3D-tulostimella 20 tunnissa". 22.8.2012. Disponible sur : <http://www.tekniikkatalous.fi/rakennus/talo+valmistuu+3dtulostimella+20+tunnissa/a830802>

(Consulté le 23 octobre 2013)

STORÅS, Niclas. 2012. "3d-tulostus siirtää tuotantoa pois kehittyvistä maista". 23.7.2012. Disponible sur : <http://www.tekniikkatalous.fi/ict/3dtulostus+siirtaa+tuotantoa+pois+kehittyvista+maista/a823723> (Consulté le 23 octobre 2013)

VIRTANEN, Sofia. 2012. "Nyt voit hankkia 3d-tulostimen, joka printtaa suklaaesineitä". 15.4.2012. Disponible sur : <http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/nyt+voit+hankkia+3dtulostimen+joka+printtaa+suklaaesineita/a799511> (Consulté le 23 octobre 2013)

LUOTOLA, Janne. 2012. "Uusi 3d-printteri tekee nanometriluokan osia – tuhatkertaisella ennätysnopeudella". 14.3.2012. Disponible sur : <http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/nanotekniikka/uusi+3dprintteri+tekee+nanometriluokan+osia+ndash+tuhatkertaisella+ennatysnopeudella/a789802> (Consulté le 23 octobre 2013)

JÄÄSKELÄINEN, Ossi. 2012. "Nyt netistä voi sitten ladata autonkin (kunhan omistaa 3d-tulostimen)". 24.1.2012. Disponible sur : <http://www.tekniikkatalous.fi/viihde/nyt+netista+voi+sitten+ladata+autonkin+kunhan+omistaa+3dtulostimen/a762396> (Consulté le 23 octobre 2013)

KALLIOLA, Kia. 2011. "Nasa kiinnostui 3d-tulostuksesta: miltä kuulostaisi printattu avaruusalus?". 17.12.2011. Disponible sur : <http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/avaruus/nasa+kiinnostui+3dtulostuksesta+milta+kuulostaisi+printattu+avaruusalus/a741563> (Consulté le 23 octobre 2013)

KALLIOLA, Kia. 2011. "Tässäkö ilmailun tulevaisuus? Tutkijat printtasivat lentokoneen". 28.7.2011. Disponible sur : <http://www.tekniikkatalous.fi/ict/automaatio/tassako+ilmailun+tulevaisuus+tutkijat+printtasivat+lentokoneen/a659894> (Consulté le 23 octobre 2013)

PIIROINEN, Mikko. 2011. "GE:n uusi yksikkö valmistaa printtaamalla lentokoneen lapoja ja ultraäänilaitteita". 10.5.2011. Disponible sur : <http://www.tekniikkatalous.fi/metalli/gen+uusi+yksikko+valmistaa+printtaamalla+lentokoneen+lajia+ja+ultraaanilaitteita/a623968> (Consulté le 23 octobre 2013)

TERVOLA, Janne. 2011. "Pikavalmistuskoneella 3d-kaupunkipyörän voi tulostaa vaikka kotona". 12.3.2011. Disponible sur : <http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/pikavalmistuskoneella+3dkaupunkipyoran+voi+tulostaa+vaikka+kotona/a591649> (Consulté le 23 octobre 2013)

Sources en français :

AFNOR normalisation, PR NF E67-001, Avant-projet de norme soumis à enquête publique jusqu'au 30 avril 2011 – norme française (compacte, préliminaire)

AFPR. 2003. *Guide du prototypage rapide*. Publié principalement en 2003. Disponible sur : <http://www.afpr.asso.fr/> (Consulté le 9 janvier 2014)

Sirris. 2013. MONFORT-WINDELS, Fabienne. *Additive manufacturing, Nouveautés 2012-2013, Exemples tirés de Techniline, le portail de veille technologique de Sirris*. Juillet 2013.

Articles techniques (2013-1994) par ordre chronologique inversé :

« L'impression 3D grand public est-elle vraiment pour demain ? » 2013. Publié le 4 mars 2013. Disponible sur : <http://www.atlantico.fr/decryptage/impression-3d-grand-public-est-elle-vraiment-pour-demain-alain-bernard-653917.html> (Consulté le 8 novembre 2013)

FERY, Ludovic. 2013. « L'impression 3D à l'heure de l'industrialisation, Les nouveaux convertis de l'impression 3D ». Sur : *Industrie & Technologies*, publié le 1 mars 2013.

Disponible sur : <http://www.industrie-techno.com/les-nouveaux-convertis-de-l'impression-3d.23115> (Consulté le 8 novembre 2013)

CHIODO, A. 2013. *Lettre technologique* n° 37, juillet 2013. Publié par Le lieu de design. Disponible sur : <http://www.lielieududesign.com/veille/240/2013-07> (Consulté le 24 octobre 2014)

« *Bien intégrer la fabrication additive* ». 2013. Sur : *L'Usine Nouvelle* n°3354. Publié le 21 novembre 2013. Disponible sur : http://www.erpro.fr/IMG/pdf/Impression_3D_Bien_integrer_la_fabrication_additive.pdf (Consulté le 21 janvier 2014)

DESMEDT, Patrice. 2013. « *Fabrication additive : au-delà du mythe de l'impression 3 D* ». 2013. Sur : *L'Usine Nouvelle* n° 3325. Publié le 04 avril 2013. Disponible sur : <http://www.usinenouvelle.com/article/fabrication-additive-au-dela-du-mythe-de-l'impression-3-d.N194326> (Consulté le 9 janvier, 2014)

VARANDAT, Marie. 2013. « *Impression 3D : la nouvelle révolution industrielle ?* » Sur : indexel.net – l'information high-tech professionnelle. Publiée le 15 mai 2013. Disponible sur : <http://www.indexel.net/actualites/impression-3d-la-nouvelle-revolution-industrielle-3819.html> (Consulté le 21 janvier 2014)

« *Impression 3D : révolution ou évolution ?* » 2013. Sur : *360 ° R&D*, N° 4, novembre 2013. Disponible sur : http://www.cirtes.com/images/05_NEWS/2013/Pages_de_ASRC_360RetD_n4-page10.pdf (Consulté le 25 février 2014)

« *Animation : 7 procédés pour imprimer en 3D. DOSSIER : L'impression 3D à l'heure de l'industrialisation* ». Sur *Industrie & Technologies*, n° 952, mars 2013. Disponible sur : (<http://www.industrie-techno.com/n-952-mars-2013.23091>) Publié le 1 mars 2013. <http://www.industrie-techno.com/animation-7-procedes-pour-imprimer-en-3d.22988> (Consulté le 25 février 2014)

FERY, Ludovic. 2013. « *Sept façons de fabriquer en 3D. DOSSIER : L'impression 3D à l'heure de l'industrialisation* ». Sur : *Industrie & Technologies*, n° 952, mars 2013. (<http://www.industrie-techno.com/n-952-mars-2013.23091>) Publié le 4 mars 2013. Disponible sur : <http://www.industrie-techno.com/sept-facons-de-fabriquer-en-3d.23174> (Consulté le 25 février 2014)

FERY, Ludovic. 2013. « *Le prototypage rapide s'industrialise. DOSSIER : L'impression 3D à l'heure de l'industrialisation* ». Sur : *Industrie & Technologies*, n° 952, mars 2013. (<http://www.industrie-techno.com/n-952-mars-2013.23091>) Publié le 1 mars 2013. Disponible sur : <http://www.industrie-techno.com/le-prototypage-rapide-s-industrialise.23113> (Consulté le 25 février 2014)

« *Mécanique : L'impression à la carte* ». 2012. Sur : *L'Usine Nouvelle* n° 3306. Publié le 08 novembre 2012. Disponible sur : <http://www.usinenouvelle.com/article/mecanique-l-impression-a-la-carte.N185650> (Consulté le 9 janvier 2014)

« *Production à la demande* ». 2012. Sur : *L'Usine Nouvelle* n° 3277. Publié le 22 mars 2012. Disponible sur : <http://www.usinenouvelle.com/article/production-a-la-demande.N171181> (Consulté le 9 janvier 2014)

« *Le potentiel de la fabrication additive* ». 2012. Sur : *cad-magazine*, N° 167, mai-juin 2012. Disponible sur : http://www.cad-magazine.com/sites/default/files/articles/pdf/cad167_pp38-39_solution-layer.pdf (Consulté le 18 novembre 2013)

BLANC, Sabine. 2012. « *L'impression 3D, boulet médiatique* ». Sur : *Owni*. Publié le 23 octobre 2012. Disponible sur : <http://owni.fr/2012/10/23/l'impression-3d-ce-boulet-mediatique/> (Consulté le 25 février 2014)

« *Évolution des techniques de fabrication additive – 2011* ». L'article de Sirris, dont l'information est basée sur Wohlers. Disponible sur : <http://pi.sirris.be/PI/newsItem.aspx?id=13204&LangType=2060> (Consulté le 23 novembre 2013)

BLANC, Sabine. 2011. « *Imprimer le réel à portée de main* ». Sur : Owni. Publié le 15 septembre 2011. Disponible sur : <http://owni.fr/2011/09/15/imprimer-le-reel-a-portee-de-main/> (Consulté le 25 février 2014)

« *L'impression 3D, ce sera formidable... s'ils ne foutent pas tout en l'air !* ». Publié le 25 mai 2011. FramaBlog de l'Association Framasoft de Lyon. Disponible sur : <http://www.framablog.org/index.php/post/2011/05/25/impression-3D-attention-danger> (Consulté le 26 février 2014)

SCHERER, Mirel. 2010. « *Fin le proto, vive la fabrication directe !* » Sur : L'Usine Nouvelle n° 3194. Publié le 27 mai 2010. Disponible sur : <http://www.usinenouvelle.com/article/fini-le-proto-vive-la-fabrication-directe.N132502> (Consulté le 9 janvier, 2014)

« *Évolution des techniques de fabrication additive – 2010* ». L'article de Sirris, dont l'information est basée sur Wohlers. Disponible sur : <http://pi.sirris.be/PI/newsItem.aspx?id=11570&LangType=2060> (Consulté le 23 novembre 2013)

SCHERER, Mirel. 2010. « *Des pièces plus vraies que nature* ». Publié le 8 décembre 2010. Disponible sur : <http://www.usinenouvelle.com/article/des-pieces-plus-vraies-que-nature.N142956> (Consulté le 25 février 2014)

« *Prototypage et fabrication rapide : un préalable efficace à l'industrialisation* ». 2010. Lettre technologique n° 9, juillet 2010. Publié par Le lieu de design. Disponible sur : <http://www.lieududesign.com/veille/240/2010-07> (Consulté le 24 octobre 2014)

« *Dossier No4 : Guide du Prototypage rapide, Site de veille pour les entreprises de travail des métaux* ». 2010. Collection : Les cahiers techniques du CFMI. (<http://www.imetaux.net>) CFMI – Pôle d'Innovation de l'Artisanat Travail des Métaux, Édition 2010. Disponible sur : http://www.vigie-tpe.net/orga_cma/uploads/public/3057guide_prototypage2010-cfmi (Consulté le 25 février 2014)

« *Évolution des techniques de fabrication additive – 2009* ». L'article de Sirris, dont l'information est basée sur Wohlers. Disponible sur : <http://pi.sirris.be/PI/newsItem.aspx?id=8496&LangType=2060> (Consulté le 23 novembre 2013)

BARLIER, Claude, DI GIUSEPPE, David. 2008. « *Le prototypage rapide au service du design de produits* ». Sur : Technologie 157, septembre-octobre 2008. Disponible sur : http://www.cnr-cmao.ens-cachan.fr/autres_ressources/pdf/TECHNO/157b-p44.pdf (Consulté le 22 novembre 2013)

CATHERIN, Jean-Yves. 2008. « *Fabrication additive : du prototypage rapide à la pièce « bonne matière »* ». Sur : Micronora informations, Revue du salon international des microtechniques, No 112. p. 2–7. Janvier 2008. Disponible sur : http://www.micronora.com/micronora_infos/112.pdf (Consulté le 26 février 2014)

« *Évolution du prototypage, de l'outillage rapide et du direct manufacturing à travers le monde – 2007* ». L'article de Sirris, dont l'information est basée sur Wohlers. Disponible sur : <http://pi.sirris.be/PI/newsItem.aspx?id=5584&LangType=2060> (Consulté le 23 novembre 2013)

« *Dossier : Du prototypage rapide aux imprimantes 3D* ». 2007. Sur : cad-magazine – N° 137, avril-mai 2007. Disponible sur : http://www.cad-magazine.com/sites/default/files/articles/pdf/du_prototypage_rapide_aux.pdf (Consulté le 18 novembre 2013)

LUCAS, Thierry. 2006. « *Utiliser la fusion laser pour des pièces métalliques en petites*

séries ». Sur : *L'Usine Nouvelle* n° 3023. Publié le 21 septembre 2006. Disponible sur : <http://www.usinenouvelle.com/article/utiliser-la-fusion-laser-pour-des-pieces-metalliques-en-petites-series.N53151> (Consulté le 9 janvier 2014)

MARTEAU, Jean-Louis. 2004. « *Le prototypage rapide par Stratoconception en PTSI* ». Sur : *Revue technologie* n°130, mars 2004. Publié par CRN_CMAO. Disponible sur http://eduscol.education.fr/sti/ressources_techniques/le-prototypage-rapide-par-stratoconception-en-ptsi-revue-technologie-ndeg130 (Consulté le 23 octobre 2014)

3D Kiosque, Le magazine de 3D systems, par 3D Systems France. 1/2003. Disponible sur : http://www.3dsystems.com/french/datafiles/3dwork/3D_Kiosque_1-2003.pdf (Consulté le 5 décembre 2013)

SCANDELLA, Jean-Sébastien. 2003. « *Le prototypage rapide se trouve de nouvelles applications* ». Sur : *L'Usine Nouvelle* n° 2898. Publié le 18 décembre 2003. Disponible sur : <http://www.usinenouvelle.com/article/le-prototypage-rapide-se-trouve-de-nouvelles-applications.N37729> (Consulté le 9 janvier 2014)

« *La fabrication rapide gagne l'aluminium* ». 2003. Sur : *L'Usine Nouvelle* n° 2886. Publié le 25 septembre 2003. Disponible sur : <http://www.usinenouvelle.com/article/la-fabrication-rapide-gagne-l-aluminium.N112311> (Consulté le 9 janvier 2014)

3D Kiosque, Le magazine de 3D systems, par 3D Systems France. 1/2002. Disponible sur : http://www.3dsystems.com/french/datafiles/3dwork/3D_Kiosque_1-2002.pdf (Consulté le 5 décembre 2013)

3D Kiosque, Le magazine de 3D systems, par 3D Systems France. 2/2002. Disponible sur : http://www.3dsystems.com/french/datafiles/3dwork/3D_Kiosque_2-2002.pdf (Consulté le 5 décembre 2013)

« *La production s'inspire du prototypage rapide* ». 2002. Sur : *L'Usine Nouvelle* n° 2852. Publié le 19 décembre 2002. Disponible sur : <http://www.usinenouvelle.com/article/technologiesla-production-s-inspire-du-prototypage-rapidele-feu-d-artifice-d-innovations-et-de-progres-accomplis-autour-des-technologies-dites-par-empilement-de-couches-issues-du-prototypage-rap.N108189> (Consulté le 23 novembre 2013)

3D Kiosque, Le magazine de 3D systems, par 3D Systems France. 4/2001. Disponible sur : http://www.3dsystems.com/french/datafiles/3dwork/3D_Kiosque_4-2001.pdf (Consulté le 5 décembre 2013)

« *Le frittage de poudres s'attaque à la production* ». 2001. Sur : *L'Usine Nouvelle* n° 2781. Publié le 31 mai 2001. Disponible sur : <http://www.usinenouvelle.com/article/prototypage-rapidele-frittage-de-poudres-s-attaque-a-la-productionparmi-les-technologies-utilisees-en-prototypage-rapide-le-frittage-de-poudres-est-l-une-des-plus-prometteuses-capable-de-realiser-des-.N102219> (Consulté le 9 janvier 2014)

« *Conception, Le prototypage rapide s'attaque à l'outillage* ». 1998. Sur : *L'Usine Nouvelle* n° 2627. Publié le 05 février 1998. Disponible sur : <http://www.usinenouvelle.com/article/conceptionle-prototypage-rapide-s-attaque-a-l-outillagepulveriser-le-temps-de-realisation-d-un-outillage-en-le-fabriquant-directement-a-partir-des-donnees-cao-c-est-le-nouveau-defi-du-prototypa.N86410> (Consulté le 9 janvier 2014)

« *Métallurgie des poudres, Allier précision et résistance* ». 1997. Sur : *L'Usine Nouvelle* n° 2588. Publié le 27 mars 1997. Disponible sur : <http://www.usinenouvelle.com/article/metallurgie-des-poudresallier-precision-et-resistanceen-s-approchant-au-plus-pres-des-cotes-specifiees-les-techniques-de-formage-issues-de-la-metallurgie-des-poudres-permettent-aussi-d-optimis.N82067> (Consulté le 5 décembre 2013)

« *Prototypage rapide, EOS abandonne face à 3D Systems* ». 1997. Sur : *L'Usine Nouvelle* n° 2608. Publié le 11 septembre 1997. Disponible sur : <http://www.usinenouvelle.com/article/prototypage-rapideeos-abandonne-face-a-3d-systemsla-bataille-a-tourne-a-l-avantage-de-l-americaain-3d-systems-eos-lui-cede-le-terrain-sur-la-stereolithographie-mais-le-constructeur-allemand-compte-sur-N84011> (Consulté le 5 décembre 2013)

« *Prototype, La « Twingo » des balayeuses* ». 1996. Sur : *L'Usine Nouvelle* n° 2558. Publié le 18 juillet 1996. Disponible sur : <http://www.usinenouvelle.com/article/prototypela-twingo-des-balayeusesle-design-et-le-prototypage-rapide-ont-revolutionne-la-conception-des-balayeuses-de-mathieu-yno-une-demarche-qui-doit-beaucoup-aux-competences-dont-la-mpi-a-su.N79754> (Consulté le 5 décembre 2013)

« *Conception, Prototypage rapide: L'« imprimante » en 3D de la CAO* ». 1995. Sur : *L'Usine Nouvelle* n° 2487. Publié le 26 janvier 1995. Disponible sur : <http://www.usinenouvelle.com/article/conceptionprototypage-rapide-l-imprimante-en-3d-de-la-caoplusieurs-techniques-permettent-d-obtenir-des-maquettes-et-des-prototypes-de-pieces-directement-a-partir-des-donnees-numeriques-de-la-cao-la-st.N74538> (Consulté le 5 décembre 2013)

« *Le « Selective Laser Sintering » arrive, Le prototypage rapide se durcit* ». 1994. Sur : *L'Usine Nouvelle* n° 2440. Publié le 20 janvier 1994. Disponible sur : <http://www.usinenouvelle.com/article/le-selective-laser-sintering-arrivele-prototypage-rapide-se-durcitla-stereolithographie-classique-a-ses-limites-un-nouveau-procede-utilisant-le-frittage-de-poudres-par-un-rayon-laser-permet-d-obtenir-N70859> (Consulté le 5 décembre 2013)

9.2 Sources secondaires

BOWKER, L. 1996. « *Towards a corpus-based approach to terminography* ». *Terminology*, Vol. 3 Issue 1. p. 27–52. John Benjamins Publishing Company.

CABRÉ, Maria Teresa. 1998. « *La Terminologie, Théorie, méthode et applications* ». Les Presses de l'Université d'Ottawa. Version française, traduit du catalan, adapté et mis à jour par Monique C. Cormier et John Humbley (1998).

CABRÉ, M. Teresa. 2010. « *Terminology and translation* ». *Handbook of Translation Studies*, Volume 1 (2010). 2010–2013 John Benjamins Publishing Company. Disponible sur : <http://benjamins.com/online/hts/> (Consulté le 30 janvier 2014).

CONDAMINES, Anne, Nathalie Dehaut. 2011. « *Mise en œuvre des méthodes de la linguistique de corpus pour étudier les termes en situation d'innovation disciplinaire : le cas de l'exobiologie* ». p. 266–282. Dans : *Meta* vol. 56 no. 2. Le journal titré de : *Les corpus et la recherche en terminologie et en traductologie*. Sous la direction de Marc Van Campenhoudt et Rita Temmerman. Montréal, juin 2011.

DELAUVIGNE, Valérie. 2003. « *Quand le terme entre en vulgarisation* ». p. 80–91. Conférence TIA-2003, Strasbourg, 31 mars et 1er avril 2003. Disponible sur : <http://tia.loria.fr/TIA/IMG/pdf/TIA2003.pdf> (Consulté le 30 janvier 2014).

DESMET, Isabel. 2006. « *Variabilité et variation en terminologie et langues spécialisées : discours, textes et contextes* ». p. 235–247. Dans : Daniel Blampain, Philippe Thoiron, Marc Van Campenhoudt, *Actualité scientifique, Mots, termes et contextes*. Éditions de Archives Contemporaines. 2006. Disponible sur : http://www.bibliotheque.auf.org/doc_num.php?explnum_id=209 (L'article de Desmet disponible séparément sur : <http://perso.univ-lyon2.fr/~thoiron/JS%20LTT%202005/pdf/Desmet.pdf>) (Consulté le 30 janvier 2014)

DUBUC, Robert. 1997. *Terminology: A Practical Approach*. Linguattech éditeur inc. Québec.

DURY, Pascaline. 1999. « *Les variations sémantiques en terminologie : étude diachronique et comparative appliquée à l'écologie* », p. 17–32. Dans : Delavigne, Valérie et Bouvert, Myriam. *Sémantique des termes spécialisés*, Collection DYALANG, Publications de l'Université de Rouen, 1999.

FREIXA, Judit. 2006. « *Causes of denominative variation in terminology : A typology proposal* ». *Terminology*, Vol. 12 Issue 1, p. 51–77. John Benjamins Publishing Company.

GAMBIER, Yves. 2010. « *Translation strategies and tactics* ». *Handbook of Translation Studies*, Volume 1 (2010), 2010–2013 John Benjamins Publishing Company. Disponible sur : <http://benjamins.com/online/hts/> (Consulté le 30 janvier 2014)

GAUDIN, François. 2005. *La socioterminologie*. Dans : *Langages*, 39e année, no. 157. 2005. p. 80–92.

GUIDE. 2014. *Guide de néologie terminologique*. Éditeur : Chancellerie fédérale, Section de terminologie, Berne, 2014. Disponible sur : <http://www.bk.admin.ch/dokumentation/sprachen/05078/index.html?lang=fr> (Consulté le 20 octobre 2014)

HUMBLEY, John, Joaquín García Palacios. 2012. « *Neology and terminological dependency* ». *Terminology*, Vol. 18 Issue 1, p. 59–85. John Benjamins Publishing Company.

KUJAMÄKI, Pekka. 2013. « *Vertaileva kääntäjä, vertaileva tutkija: kieltenvälinen vertailu käännöstieteessä* », p. 355–395. Dans : *Kielten vertailun metodiikka*. Éditeurs : Leena Kolehmainen, Matti Miestamo ja Taru Nordlund, SKS:n toimituksia 1387, Hansaprint Oy, Vantaa 2013.

L'HOMME, Marie-Claude. 2004. *La terminologie: principes et techniques*. Montréal. Les Presses universitaires de Montréal.

MEJRI, Salah. 2005. « *Figement, néologie et renouvellement du lexique* ». Linx [En ligne], 52 | 2005. Disponible sur : <http://linx.revues.org/231> (Consulté le 11 octobre 2014)

NISSILÄ, Niina, Anita Nuopponen. 2013. « *Tieteen termit termipankkiin – haasteena synonymia* ». Disponible sur : http://www.vakki.net/publications/2013/VAKKI2013_Nissila&Nuopponen.pdf (Consulté le 25 mars 2014)

NUOPPONEN, Anita. 1999. « *Mihin terminologian teoriaa ja menetelmiä voidaan hyödyntää* ». Dans : *Toimikunnista termitalkoisiin*, p. 91–98. Kuhmonen. Helsinki. Tekniikan Sanastokeskus. Disponible sur : http://lipas.uwasa.fi/~atn/papers/artikkelit/LinkedDocuments/Nuopponen_Menetelma_TSK99.pdf (Consulté le 5 mars 2014)

NUOPPONEN, Anita. 2003. « *Käsiteanalyysi asiantuntijan työvälineenä* ». Dans : *Kieli ja asiantuntijuus*. AFinLA-vuosikirja, p. 13–24. Éditeurs : Merja Koskela, Nina Pilke. Suomen soveltavan kielitieteen yhdistys. Jyväskylä. Disponible sur : http://lipas.uwasa.fi/~atn/papers/artikkelit/LinkedDocuments/Nuopponen_asiatunt_Afinla2003.pdf (Consulté le 17 avril 2014)

PECMAN, Mojca. 2012. « *Tentativeness in term formation : A study of neology as a rhetorical device in scientific papers* », *Terminology*, Vol. 18 Issue 1, 2012. p. 27–58. John Benjamins Publishing Company.

PICTON, Aurélie. 2009. *Diachronie en langue de spécialité. Définition d'une méthode linguistique outillée pour repérer l'évolution des connaissances en corpus. Un exemple appliqué au domaine spatial*. Thèse de doctorat. Université Toulouse 2. Octobre 2009. Disponible sur : <http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/42/90/61/PDF/TheseAPicton-Version30octobre2009.pdf> (Consulté le 17 novembre 2013)

PÄIVIÖ, Pia. 2007. *Suomen kielen asti ja saakka. Terminatiivisten partikkelien synonymia, merkitys, käyttö, ja kehitys sekä asema kieliopissa*. Dans : *Turun yliopiston suomalaisen ja yleisen kielitieteen laitoksen julkaisuja* 75. Turun yliopisto, 2007. Disponible sur : <http://www.kotikielenseura.fi/virittaja/verkkolehti/verkossa1.html> (Consulté le 30 septembre, 2014)

SABLAYROLLES, Jean-François. 2006. « *Terminologie de la néologie : lacunes, flottements et trop pleins* ». *Syntaxe et Sémantique* n° 7, (Franck Neveu éd.), Presses universitaires de Caen, décembre 2006. p. 79–90. Disponible sur : http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/15/44/01/PDF/HAL_JFS_20_2006c_.pdf (Consulté le 23 avril 2014)

TSK. 2013. *Sanastotyö*. Sanastokeskus TSK ry. Disponible sur : <http://www.tsk.fi/tsk/fi/sanastoty%C3%B6-7.html> (Consulté le 12 décembre 2013)

SILVIA, Pavel. 2011. « *Niveaux linguistiques et terminologie de l'intelligence artificielle* ». Article archivé du Bureau de la traduction, Canada. Disponible sur : <http://www.btb.gc.ca/btb-pavel.php?lang=fra&page=niveau&contlang=fra> (Consulté le 30 janvier 2014).

SUONUUTI, Heidi. 2006. *Sanastotyön opas*, Tekniikan sanastokeskus, Helsinki, 2006.

TERCEDOR, Maribel. 2011. « *The cognitive dynamics of terminological variation* ». *Terminology*, Vol. 17 Issue 2, p181-197. John Benjamins Publishing Company.

TSK 36. 2006. *Terminologian sanasto*, Helsinki : Sanastokeskus TSK ry. Disponible sur : <http://www.tsk.fi/tiedostot/pdf/TerminologianSanasto.pdf> (Consulté le 16 novembre 2013)

TEMMERMAN, Rita. 2000. *Towards New Ways of Terminology. Description. The sociocognitive approach*. John Benjamins Publishing Company. 2000.

VAN CAMPENHOUDT, Marc. 1996. « *Recherche d'équivalences et structuration des réseaux notionnels ; Le cas des relations méronymiques* ». *Terminology*, Vol 3 Issue 1. p. 53–83. John Benjamins Publishing Company. Disponible sur : <http://www.termisti.org/tlogy.pdf> (Consulté le 20 août 2014)

YLI-JOKIPII, Hilka. 2004. « *Tekniikan kieli tutkimuksen ja kääntämisen näkökulmasta* ». Dans : *Kieli, teksti ja kääntäminen, Language, text and translation*. Éditeur : Jorma Tommola, Turun yliopisto, 2004. p. 81–93.

Annexes

1	Support à la traduction (par ordre alphabétique)
2	Tableaux terminologiques
3	Enquête
4	Glossaire trilingue (par ordre numérique)
5	Schémas conceptuels

1. Support à la traduction

Anglais

ANDERSON, Gary. 2013. « *The Future of 3D Printing With Terry Wohlers* ». Sur : Engineering.com, News and Commentary for Professionals. Publié le 9 septembre 2013. Disponible sur : <http://www.engineering.com/3DPrinting/3DPrintingArticles/ArticleID/6294/The-Future-of-3D-Printing-With-Terry-Wohlers.aspx> (Consulté le 5 novembre 2013)

CAMPBELL, Ian, David Bourell, Ian Gibson. 2012. « *Additive manufacturing : rapid prototyping comes of age* ». *Rapid Prototyping Journal*, Volume 18 issue 4. p. 255-258. Publié en 2012. Disponible sur : www.emeraldinsight.com/1355-2546.htm (Consulté le 10 novembre 2013)

« *Metal Injection Molding* ». Disponible sur : <http://www.protolabs.com/metal-injection-molding/> (Consulté le 5 mars 2014)

POLZIN, Christian, Sebastian Spath, Hermann Seitz. 2013. « *Characterization and evaluation of a PMMA-based 3D printing process* ». *Rapid Prototyping Journal*, Volume 19 issue 1, p. 37–43. Publié en 2013. Disponible sur : www.emeraldinsight.com/1355-2546.htm (Consulté le 10 novembre 2013)

TCT Magazine Online. Latest 3D Printing, Additive Manufacturing and Product Development Technology News. Disponible sur : <http://www.tctmagazine.com/> (Consulté le 10 février 2014)

Finnois

3D-tulostetun hiekkamuotin valuprosessi. Site d'une société. Disponible sur : <http://hetitec.com/3d-tulostuspalvelut> (Consulté le 1 mars 2014)

Jälikäsittelytekniikka. 2008. Disponible sur : http://www.valuatlas.fi/tietomat/koosteet/jalkikasittely_tao/jk.html (Consulté le 1 mars 2014)

Kestomuovi ja kertamuovi. Site d'une société. Disponible sur : <http://www.karhumuovi.fi/kestomuovi.html> (Consulté le 3 mars 2014)

Kotilainen, Samuli. 2013. « *Metallien 3d-tulostus tulee – valmistuksen uusi aikakausi* ». *Tietokone*. 07.10.2013. Disponible sur : http://www.tietokone.fi/artikkeli/uutiset/metallien_3d_tulostus_tulee_valmistuksen_uusi_aikakausi (Consulté le 1 mars 2014)

Muovisanastoa. Muoviteollisuus Ry. Disponible sur : <http://www.muoviteollisuus.fi/fin/muovitieto/sanasto/> (Consulté le 3 mars 2014)

Opaskirja Videoprojisoititeknikkaan, Videoprojektorit ja videolaitteet. Joonas Tikkanen. 2012. Présentation. Disponible sur : https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/45831/Tikkanen_Joonas.pdf?sequence=1 (Consulté le 4 mars 2014)

Powder injection moulding (PIM) seminar for Finnish industry. Disponible sur : http://www.mamk.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/mamk/embeds/mamkwwwstructure/20223_Karelia_Monkkonen.pdf (Consulté le 4 mars 2014)

Pulverimetallurgia. Disponible sur : http://www.ims.tut.fi/vmv/2005/vmv_pulverimetallurgia.php (Consulté le 2 mars 2014)

Sandvik, Tietotaito. Site d'une société. Disponible sur : <http://www.sandvik.coromant.com/fi-fi/knowledge/pages/default.aspx> (Consulté le 2 mars 2014)

Tuoteryhmäluettelo. 2014 Alihankinta, Subcontracting fair, Finland. Disponible sur : http://www.alihankinta.fi/alihankinta/sivu.tmpl?sivu_id=2885 (Consulté le 1 mars 2014)

Työkaluteräksset, lämpökäsittely, jauhemetallurgia. Oppimateriaali. TTY. p. 4-21. Disponible sur : http://butler.cc.tut.fi/~juhan/2004s/metallit/L07_web4.pdf (Consulté le 2 mars 2014)

Ulostyöntö ja vastapäästöjä muovaavat laitteet. School of Technology and Management, Polytechnic Institute of Leiria Tarkistettu teksti ja käännös: Tuula Höök – Tampereen teknillinen korkeakoulu. Disponible sur : http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/mould_ejectors_FI.pdf (Consulté le 3 mars 2014)

Français

Atilf. Dictionnaire atilf (analyse et traitement informatique de la langue française). Le Trésor de la Langue Française informatisé, TLFi. Disponible sur : <http://atilf.atilf.fr/> (Consulté le 26 février 2014)

Conférence : « Imprimantes 3D, fabrication additive ... de quoi parle-t-on ? : Quelles sont leurs utilisations et leur potentiel pour l'étude et la fabrication de pièces mécaniques ? ». CCI Evreux, le 13 novembre 2013. Disponible sur : http://www.rouen.cci.fr/industrie/newsletter/photos/NL13_atelier_fabrication_additive_CCI_Evreux.pdf (Consulté le 24 février 2014)

Du prototypage rapide à la fabrication additive de pièces en polymères. Présentations à Toulon, le 15 novembre 2013. Disponible sur : http://www.allize-plasturgie.org/ressources/plugin/filemanager/userfiles/APPACA/Prototypage_Rapide_Materi_autech_131112.pdf (Consulté le 25 février 2014)

Guide du Prototypage Rapide. 2010. Collection : Les cahiers techniques. Disponible sur : http://www.vigie-tpe.net/orga_cma/uploads/public/3057guide_prototypage2010-cfmi (Consulté le 25 février 2014)

Petite visserie. Site d'une société. <http://www.soprma.com/pre-enduction-petite-visserie.cfm> (Consulté le 25 février 2014)

Le Premier Salon Belge des Technologies et des Sous-traitants pour la transformation de métaux, plastiques, matériaux composites et hybrides dans l'industrie. Annonce de l'exposition le 20-23 mars 2013. Disponible sur : <http://www.mtms.eu/sites/default/files/files/Beurskrant-MTMS-2013-lr.pdf> (Consulté le 24 février 2014)

2. Tableaux terminologiques

Wohlers Glossary		Number of entries					
		* no glossary before 2000					
		15	20	25	32	43	57
		W00	W04	W07	W11	W13	ASTM13
F	additive fabrication			x	x	x	x
	additive processes			x	x	x	x
	additive techniques			x	x	x	x
	SFF – Solid Freeform Fabrication			x	x	x	
M	additive manufacturing				x	x	x
	additive layer manufacturing				x	x	x
	layer manufacturing				x	x	x
	freeform fabrication				x	x	x
	AM				x	x	x
	3D printing					x	x
	synonyms			4	9	10	9
F	additive systems – (for additive fabrication)			x			
M	additive systems – (for additive manufacturing)				x	x	
	Additive Manufacturing File					x	
	AMF – Additive Manufacturing File format					x	
	binder jetting					x	x
	CAD – Computer-Aided Design or Drafting	x	x				
	CAD – Computer-Aided Design			x	x	x	x
	CAE – Computer-Aided Engineering.	x	x	x	x	x	
	CAM – Computer-Aided Manufacturing.	x	x	x	x	x	x
	CNC – Computer Numerical Control.	x	x	x	x	x	
	CT – Computed Tomography				x	x	
	directed energy deposition					x	x
	facet	x	x	x	x	x	x
	FFF – Free-Form Fabrication. Another (perhaps more descriptive) name for methods of rapid prototyping	x	x				
F	FFF – Free-Form Fabrication. Another name for additive fabrication			x			
M	FFF – Freeform Fabrication; another name for additive manufacturing.				x	x	
	IGES – Initial Graphics Exchange Specification	x	x	x			x
	material extrusion					x	x
	material jetting					x	x
	Metrology				x	x	
	MRI – magnetic resonance imaging				x	x	
	NURBS – Non-Uniform Rational B-Splines		x	x	x	x	x
	PIM – Plastic Injection Molding		x	x	x	x	
	powder bed fusion					x	x
	RE – Reverse Engineering		x				
	reverse engineering			x	x	x	x

Tableau 55. Glossaires de *Wohlers* par rapport à la norme de *ASTM** (1/3) (voir la section 5.2.1).

		W00	W04	W07	W11	W13	ASTM13
RP – Rapid Prototyping. A layer-by-layer additive process.		x	x				
F rapid prototyping – currently the most popular application of additive fabrication	h			x			
M rapid prototyping – additive manufacturing of a design, RM – Rapid Manufacturing	i		x		x	x	x
F rapid manufacturing – the direct production of finished goods from an additive fabrication system.	j			x			
RT - Rapid Tooling.		x	x				
rapid tooling – tooling for an additive process, to making it rapid.				x			
M rapid tooling – the use of additive manufacturing to make tools or tooling quickly					x	x	x
rapid tooling - in machining processes, the production of tools or tooling quickly by subtractive manufacturing methods, such as CNC milling	k						x

Tableau 56. Glossaires de *Wohlers* par rapport à la norme de ASTM* (2/3) (voir la section 5.2.1).

		W00	W04	W07	W11	W13	ASTM13
STEP – Standard for the Exchange			x	x			x
Prototype tooling		x	x				
prototype tooling				x	x	x	x
sheet lamination						x	x
solid model – 3D CAD model defined using solid modeling techniques		x	x	x			
solid model – 3D CAD representation defined using solid modeling techniques					x		
solid model – 3D CAD representation defined using solid modeling techniques with a computer.	m					x	
surface model - 3D CAD model defined by surfaces	n	x	x	x			
surface model – mathematical or digital representation of an object as a set of planar or curved surfaces					x	x	x
3D printing – Low-cost variation of RP		x	x				
3D printing – Low-cost variation of additive fabrication				x			
3D printing – fabrication of objects; term often used synonymously with additive manufacturing; in particular associated with low-cost machines					x	x	x
3D scanning						x	x
3D digitizing,					x	x	
Tooling	o	x	x	x			
tool, tooling					x	x	x
Triangulation	p				x	x	
STL – STereoLithography file format	q	x	x				
STL - File format used in additive fabrication				x			
STL – in additive manufacturing, file format for 3D model data					x		
STL – a file format for 3D model data; STL is the de facto standard interface for additive-manufacturing systems						x	x
vat photopolymerization						x	x
direct metal laser sintering (DMLS®)	r						x
fused deposition modeling (FDM®)							x
laser sintering (LS)							x
PDES - Product Data Exchange Specification or Product Data Exchange using STEP							x
selective laser sintering (SLS®)							x
stereolithography (SL)							x
stereolithography apparatus (SLA®)							x
subtractive manufacturing							x
3D printing (3DP)							x
3D printer							x
AM Machines and their Coordinate Systems							8 terms
Location and Orientation of Parts Within the Build Volume							6 terms

Tableau 57. Glossaires de *Wohlers* par rapport à la norme de ASTM* (3/3) (voir la section 5.2.1).

	1994-96	2002-04	2006-08	2010-11	2012-13
fabrication additive					10
impression 3D					8
prototypage rapide	3	6	5		6
techniques additives					5
fabrication rapide.		5	3		3
outillage			3		3
fabrication directe			3	4	
stéréolithographie		4	4	3	
imprimante 3D				3	
fichier CAO				3	
techniques classiques				3	
outillage rapide			4		
cabinet Wohlers Associates, spécialiste américain du secteur			3		
des techniques de fabrication additives			3		
moules		5			
prototypage		3			
injection plastique		3			
état de surface		3			
canaux de refroidissement		3			
données C.A.O.		3			
frittage laser		3			

Tableau 58. Les termes les plus habituels dans les articles français individuels.

Anglais		Français	
CAD solid modeling	7	la stéréolithographie	7
CAD model	7	le prototypage rapide	7
STL files, STL file	7	l'outillage rapide	6
tooling	7	la fabrication rapide	5
Investment casting	7	le frittage laser	5
laser sintering	6	la fabrication directe	4
CAD	6	une imprimante 3D	4
CAD systems	6	les imprimantes 3D	4
rapid prototyping	6	le format STL	4
3D printers	6	l'usinage	4
Fused Deposition Modeling (FDM)	5	prototype	4
reverse engineering	5	la fabrication additive	3
Coordinate measurement machines (CMM)	5	l'AM	3
CAD software	5	scanner 3D	3
CAD data	5	un logiciel de CAO	3
prototyping	5	la maquette numérique	3
prototypes	5	des données CAO	3
injection mold tooling	5	l'état de surface	3
metal castings	5	un outillage	3

a 3D printer	5	moules	3
		les méthodes classiques	3
		un faisceau laser	3
		Stéréolithographie (SLA)	3
		stratoconception	3
		la fusion laser	3
		procédé de prototypage rapide	3
		petites séries	3
		Prototypes fonctionnels	3

Tableau 59. Les termes anglais et français les plus nombreux dans le corpus.

Articles techniques		Articles divers	
prototyyppi	5	3D-tulostus	8
kappale	5	3D-tulostin	5
kerros kerrokselta	5	3D-tulostin	5
pikamalli	4	3D-malli	4
työkalu	4	3D-tekniikka	4
3D-tulostus	3	3D-valmistus	3
pikavalmistuslaitteisto	3	3D-tulostuslaite	3
valmistettava kappale	3		
Kerros-kerrokselta -periaate	3	Articles d'hebdo T&T	
tukirakenne	3	3d-tulostin	15
3d-tulostin	3	3d-tulostus	8
3D-tulostin	2	3d-tulostaminen	3
pikavalmistuslaitteet	2	3D-tulostus	3
pikavalmistuslaite	2	3d-tulostettu	3
näköismalli	2	printata	3
jälkikäsitteily	2	3d-tulostustekniikka	3
Stl-tiedostomuoto	2		
STL-formaatti	2		
3D-tulostin	2		

Tableau 60. Les termes les plus nombreux dans les articles en finnois.

1	2	3	Le terme en finnois	1	2	3	Terme français
E			lisävä valmistus	E		V	fabrication additive
E			3D-tulostus	E		V	impression 3D
E			ASTM International	E			ASTM International
P		V	GARPA	P			GARPA
M	X		muottien ja työvälineiden pikavalmistus	P			outillage rapide
M	X		prototyyppien pikavalmistus	E		V	prototypage rapide
M	X		suoravalmistus	P			fabrication directe
E		V	jäähdytyskanavisto	P		V	canaux de refroidissement conformes
E			prototyyppi	E		V	prototype
E		V	piensarjavalmistus	E		V	production en petites séries
E			hybridiävalmistus	M	T		fabrication hybride
E			perinteiset valmistusmenetelmät	P			fabrication conventionnelle
E		V	materiaalia poistavat menetelmät	E			fabrication soustractive
E		V	materiaalia muovaavat menetelmät	P			technologies de mise en forme
E		V	muotti, työväline	E		V	outil, outillage
E			tuotantomuotti	E			outillage de production
E			protomuotti	E			outillage prototype
M	E		CAE	E			IAO
M	C		CAD	M	T		CAO
M	C		CAM	M	T		FAO
E			CNC	E		V	CN
M	T	V	reverse engineering	P			rétro-conception
E			3D-scannaus	M	T		digitalisation 3D
E			kolmiomittaus	E			triangulation
M	T	V	3D-pistepilvi	E			données 3D
E			3D CAD ohjelmistot	E			logiciels de CAO 3D
E			pintamalli	E			modèle surfacique
E			NURBS	M	T		NURBS
M	E	V	3D-mallinnus	E		V	modélisation volumique
M	E	V	tilavuusmalli	E			modèle volumique
M	C		3D-malli	M	C		modèle CAO 3D
E			ristikkorakenne	E			structures lattices
P			tukirakenne	M	C		structure de support, ancrage
P			IGES	M	T		IGES
M	C		STEP	M	T		STEP
M	E	V	AMF	M	E	V	AMF
M	E	V	STL	M	E	V	STL
P		V	pintakolmio	E			facette

Tableau 61. Comparaison des termes (finnois et français) du glossaire en fonction de la langue pivot (1/2) (voir la section 5.2.4).

1	2	3	Le terme en finnois	1	2	3	Terme français
M	E		sideaineen ruiskutus	M	E		projection de liant
M	E		materiaalin ja lämmön kohdistus	M	E		dépôt direct de matière
M	E		materiaalin pursotus	M	E		extrusion de matériau
M	X		materiaalin ruiskutus	M	C		projection de matériau
M	X		jauhepetiteknikka	M	T		fusion en lit de poudre
M	T		laminointi	E			stratoconception
M	T		allasvalopolymerisaatio	M	C		photopolymérisation
M	T		valokovettaminen	M	T		durcir, durcissement
M	T		pikavalmistulaitteet	E		V	machines de fabrication additive
							machine industrielle de fabrication
M	T		teolliset pikavalmistulaitteet	E		V	additive
M	X		3D-tulostin	M	T		imprimante 3D
E			tulostuspää	E			tête d'impression
M	E		lämmittävä tulostuspää	M	E		buse chauffante
E			kohdistettu energia	E		V	énergie thermique focalisée
E			DLP	M	T	V	DLP
M	X		materiaalisäilö	P			alimentation en matériau
M	C		filamenttikela	M	X		rouleau de filament
M	T		kestomuovi	E			thermoplastique
E			kertamuovi	E		V	plastique thermodurcissable
E			materiaalikasetti	E			cartouche d'alimentation en matériau
M	T		jauhepeti	E		V	lit de poudre
M	T		polymeeriallas	E		V	cuve
M	C		tasoin	E			racleur
M	T		rakennuspinta	E			surface de fabrication
M	C		rakennuskammio	E			chambre de fabrication
E		V	suoja-kaasu	M	T	V	gaz inerte
M	T		rakennus-alue	E			plateau de fabrication
M	T		rakennus-alue	E			zone de fabrication
							orientation de la pièce lors de la
E			orientaatio	M	X		fabrication
M	T	V	valmistusmateriaali	E			matériaux de fabrication
M	X		metallisulan atomisointi	E		V	atomisation de métal
M	C		jälkikäsittely	E			post-traitement
E		V	jälkityöstö	P		V	post-fabrication
E			pinnan puhdistus	E			nettoyage
M	X		kuumuuskäsittely	M	C		post-traitements thermiques
M	X		uunintraus	M	T		frittage
M	T		infiltraatio	M	X		infiltration
M	E		tukirakenteen poisto	M	E		enlèvement des supports
M	E	V	pinnan viimeistely	M	E	V	finition des surfaces
M	E		3DP	E		V	3DP
M	E		LENS	M	T	V	LENS
M	E	V	FDM	M	T	V	FDM
M	E		LS	M	T		LS
M	E		SLS	M	T		SLS
M	E		SLM	M	T		SLM
M	E		DMLS	M	E		DMLS
M	E		EBM	M	E		EBM
M	E		UAM	M	E		UAM
E			LOM	E		V	LOM
M	T		stereolitografia	P			stéréolithographie

Tableau 62. Comparaison des termes (finnois et français) du glossaire en fonction de la langue pivot (2/2) (voir la section 5.2.4).

3. Enquête

Lettre originale en finnois :

Otsikko: FIRPA - Ammattisanaston kartoitus - sanastokysely

Hyvä vastaanottaja,

Kirjoitan gradua materiaalia lisäävän valmistuksen käsitteistä ja koostan samalla monikielistä sanastoa. Sanasto on tarkoitettu julkaista FIRPA ry:n verkkosivuilla keväällä 2014. Suomenkielisten käsitteiden kokoamista varten tarvitsen asiantuntijoiden apua. Olen laatinut kyselyn, johon odotan vastauksia FIRPAn jäseniltä.

Jos mielessäsi yrityksestäsi sopivia henkilöitä, jotka voisivat lisäksesi vastata kyselyyn, gmail-osoitteeseeni voi lähettää sähköpostiosoitteet kyselyn välittämistä varten.

Vastaaminen on täysin vapaaehtoista. Toivon kuitenkin runsaslukuista osanottoa, jotta sanastosta syntyisi mahdollisimman kattava ja todenmukainen, jolloin asiantuntijatkin saavat siitä parhaan mahdollisen hyödyn.

Kyselyyn vastaamiseen kuluu aikaa enimmillään 15 minuuttia.

Toivon vastaustasi 20.12.2013 mennessä.

Kaikkien vastanneiden kesken arvotaan "FIRPA 2014 VIP-paketti", joka oikeuttaa ilmaiseen osallistumiseen FIRPAn vuosiseminaariin ja esitelmätilaisuuksiin vuonna 2014.

Tässä on linkki tutkimukseen.

Kiitos osallistumisesta!

Avec traduction libre en français :

Objet: FIRPA – Enquête de terminologie professionnelle

Cher/chère destinataire,

Je suis en train d'écrire mon mémoire de maîtrise sur la terminologie de la fabrication additive et en même temps je vais rassembler un glossaire multilingue. Le glossaire sera publié sur le site Internet de la FIRPA au printemps 2014. Pour la collection des termes en finnois, j'ai besoin de l'aide des experts du domaine. Je viens d'élaborer une enquête pour laquelle j'attends des réponses des membres de la FIRPA.

Si vous trouvez qu'il y a d'autres candidats dans votre organisation qui pourraient répondre à cette enquête, vous pouvez envoyer leur adresse courriel à <mon adresse courriel>.

C'est complètement volontaire de répondre. Cependant, je souhaite avoir de nombreux répondants, pour que le glossaire soit aussi exhaustif et fiable que possible, ce qui donnerait des avantages aux experts.

Répondre prendra 15 minutes au maximum.

Je souhaite avoir les réponses le 20 décembre au plus tard.

Un/une de répondants a la possibilité de gagner une participation gratuite aux séminaires de la FIRPA de 2014.

Voici, le lien au questionnaire.

Merci de votre participation.

Questionnaire :

Ci-dessous, le questionnaire en finnois. Les traductions libres en français sont incluses sous chaque paragraphe. Les mots anglais ne sont pas traduits.

Sanastokysely gradua varten - materiaalia lisäävä valmistus

FR : Enquête pour le mémoire de maîtrise – la fabrication additive

Kyselyssä on tarkoitus selvittää materiaalia lisäävän valmistuksen käsitteiden käyttöä. Vastaa kuten ilmaisisit asian suomeksi toiselle suomenkieliselle alan asiantuntijalle, ilman kuvia, välttämättä englantia, siten että asia tulee ymmärrettävästi esiin.

Tarkoitus ei ole kääntää annettuja sanoja ja tekstejä vaan kuvata niitä omin sanoin.

FR : L'objectif de l'enquête est d'analyser l'utilisation des termes de la fabrication additive. Dites comme vous exprimeriez la chose en finnois à un autre expert finlandais du domaine, sans images, en évitant anglais.

Il ne faut pas traduire les mots et le texte, mais les décrire librement.

Selityksen on tarkoitus sisältää yleisesti tunnettuja alalla käytettyjä käsitteitä, eri vaihtoehtokin voi tuoda esiin – tarkoitus ei ole keksiä uusia sanoja, vaikkei suomenkielisiä käsitteitä olisi. On myös mahdollista keskittyä vain osaan kysymyksistä. Vastaukset voi kirjoittaa täydellisillä lauseilla tai vaikka ranskalaisilla viivoilla, tyylillä on vapaa. Nyt on mahdollisuus avata reilusti sanaista arkkuaan.

FR : Le répondant devrait utiliser les concepts connus dans le domaine, avec les termes et les alternatives existantes. Le but n'est pas de créer des mots nouveaux, même s'il n'y a pas d'équivalents en finnois. Il est possible de se focaliser sur seulement quelques questions. Les réponses peuvent être des phrases ou des listes, comme vous le souhaitez.

Kyselyn tulokset käsitellään luottamuksellisesti ja anonyymisti. Kenenkään vastauksiin ei viitata nimellä tai millään muulla tavalla, josta yksittäisen vastaajan voisi tunnistaa. Tuloksia käytetään vain gradun ja sanaston tekemisessä.

FR : Les résultats sont traités de façon confidentiel et anonyme. Aucune des réponses ne portera un nom ni un autre indice qui permettrait de découvrir le répondant. Les résultats sont utilisés seulement pour le mémoire de maîtrise et pour la création du glossaire.

K1: Miten asioista puhutaan työpaikallasi? Selitä omin sanoin suomeksi seuraavat materiaalia lisäävän valmistuksen luokitukset:

FR : Q1 : Comment dit-on dans votre travail ? Expliquez librement en finnois ces classifications de la fabrication additive :

- 1.binder jetting
- 2.directed energy deposition
- 3.material extrusion
- 4.material jetting
- 5.power bed fusion
- 6.sheet lamination
- 7.vat photopolymerization

K2: Olet pitämässä alan asiantuntijoille esitelmää. Kuinka kuvaisit omin sanoin suomeksi annetut (4) englanninkieliset käsitteet? Mitä eri nimiä näistä käytetään? Kuvaile omin sanoin suomeksi.

FR : Q2 : Vous êtes en train de faire une présentation à des experts du domaine. Comment décririez-vous en finnois les concepts anglais suivants (4) ? Quels termes différents sont utilisés pour eux ? Expliquez librement en finnois.

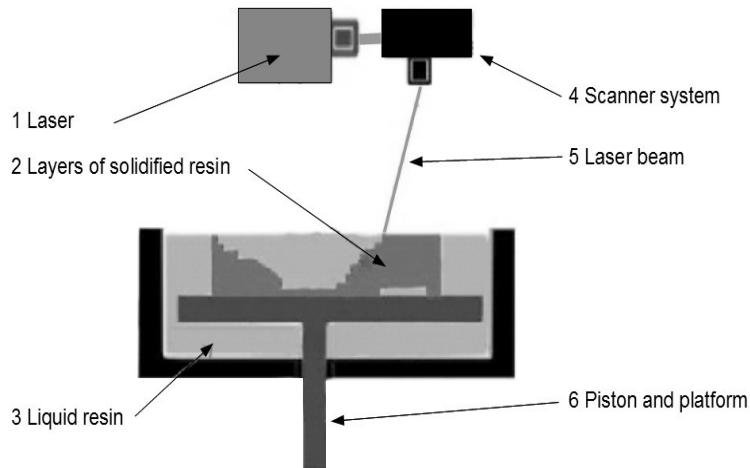
1) « a method of acquiring the shape and size of an object as a 3-dimensional representation by recording x,y,z coordinates on the object's surface and through software the collection of points is converted into digital data. »

2) « a material extrusion process used to make thermoplastic parts through heated extrusion and deposition of materials layer by layer »

- 3) « systems and testing methodologies for additive manufacturing (AM) technologies »
- 4) « a powder bed fusion process used to make metal parts directly from metal powders without intermediate “green” or “brown” parts »

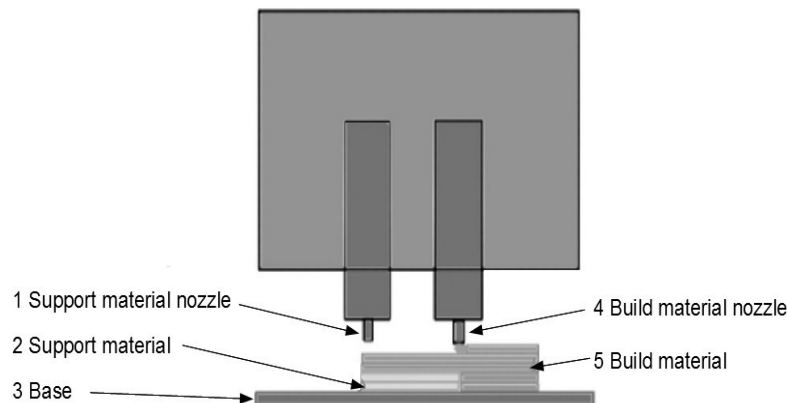
K3: Mikä laite on kyseessä? Kuvaile seikkaperäisesti kuvan laitteen toiminta suomeksi henkilölle, joka ei näe kuvaa (esim. puhelinkeskustelu). Nimeä myös osat 1-6.

FR : Q3 : De quel équipement s'agit-il ? Décrivez en détail le fonctionnement de l'appareil en finnois pour quelqu'un qui ne peut pas voir l'image (par exemple via le téléphone). Nommez les parties numérotées de 1 à 6.



K4: Mikä laite on kyseessä? Kuvaile seikkaperäisesti kuvan laitteen toiminta suomeksi henkilölle, joka ei näe kuvaa (esim. puhelinkeskustelu). Nimeä myös osat 1-5.

FR : Q4 : De quel équipement s'agit-il ? Décrivez en détail le fonctionnement de l'appareil en finnois pour quelqu'un qui ne peut pas voir l'image (par exemple via le téléphone). Nommez les parties numérotées de 1 à 5.



K5: Miten seuraavat käsitteet liittyvät materiaalia lisäävään valmistukseen? Kerro myös suomenkielinen vastine.

FR : Q5 : Comment les termes suivants sont-ils associés à la fabrication additive ? Donnez aussi l'équivalent en finnois.

- 1.machine coordinate system
- 2.infiltration
- 3.facet

4. photopolymer
5. solidified material
6. reverse engineering
7. bonding, bonded
8. 3D model data
9. build surface
10. prototype tooling
11. layer laminated manufacturing
12. fused deposition modeling
13. mask sintering
14. laser sintering
15. laser melting
16. electron beam melting
17. laser cladding

K6: Miten CAD liittyy tähän kuvaukseen? Selitä omin sanoin suomeksi:

FR : Q6 : Comment la CAO est-elle liée à cette définition ? Expliquez librement en finnois.

« file format for 3D model data used by machines to build physical parts; STL is the de facto standard interface for additive manufacturing systems. STL originated from the term stereolithography. »

K7: Kuinka kauan olet työskennellyt materiaalia lisäävän valmistuksen parissa:

(valikko) alle 2 vuotta / 2-5 vuotta / 5-10 vuotta / yli 10 vuotta

FR : Q7 : Combien de temps avez vous travaillé dans le domaine de la fabrication additive. (menu) moins de 2 années / 2 à 5 années / 5 à 10 années / plus de 10 années.

K8: Kerro tarkemmin suomeksi, mihin materiaalia lisäävän valmistuksen osa-alueeseen työtehtäväsi liittyy? Minkä ongelman haluaisit ratkaista?

FR : Q8 : Expliquez en finnois, de votre point de vue, de quelle partie de la fabrication additive il s'agit. Quel problème voudriez-vous résoudre dans ce domaine ?

Vapaa sana. Voit kertoa vielä jostain itseäsi kiinnostavasta materiaalia lisäävän valmistuksen osa-alueesta lisätietoja suomeksi. Esim. jäikö jokin olennainen käsite puuttumaan kysymyksistä.

FR : Vous pouvez encore librement parler en finnois sur un point intéressant pour vous, associé à la fabrication additive. Par exemple, si vous trouvez qu'une question particulière soit absente.

Kiitos vastauksistasi! Viestitän keväämmällä sanaston julkaisemisesta sähköpostitse.

FR : Merci de vos réponses ! Vous recevrez plus d'information sur la publication du glossaire par courriel au printemps.

4. Glossaire trilingue

English glossary / glossaire en anglais :

Primary sources for the English glossary / Sources primaires pour le glossaire anglais :

ASTM F2921-11e3 Standard Terminology for Additive Manufacturing—Coordinate Systems and Test Methodologies (révision de 2013)

ASTM F2792-12a Standard Terminology for Additive Manufacturing Technologies (révision de 2013) - norme anglaise (33 termes)

Wohlers Report 2013, Additive Manufacturing and 3D Printing State of the Industry, Annual Worldwide Progress Report, Wohlers Associates, 2013.

#	English term	Definitions	Synonym(s)
1	Additive manufacturing	Group of technologies, to produce objects from 3D model data by joining materials, usually layer upon layer, in an attempt to find more flexible and complex ways of manufacturing. ASTM standard defines seven categories for additive manufacturing.	AM, Additive fabrication, Additive processes, Additive techniques, Additive layer manufacturing, Layer manufacturing, Freeform fabrication, Solid Freeform Fabrication (SFF), 3D printing
2	3D printing	Fabrication of concept models through the deposition of a material with various simple and low-cost 3D printers. Originally the term has meant 3DP-method and office-friendly machines. Now, the term is also used synonymously with additive manufacturing.	
3	ASTM International	Formerly known as the <i>American Society for Testing and Materials</i> (ASTM). A globally recognized leader in the development and delivery of international voluntary consensus standards. www.astm.org	
4	GARPA	<i>Global Alliance of Rapid Prototyping Associations</i> . The forum which encourages to sharing of information related to additive manufacturing. www.garpa.org	
5	Rapid tooling	1) Quick and additive methods for direct tooling or prototype tooling. Resulting parts serve as the actual tools or tooling components, such as mold inserts, or tooling patterns. 2) Quick conventional methods for direct tooling or prototype tooling	
6	Rapid prototyping	Prototyping with additive manufacturing, in which prototypes and small series are iteratively used to verify the form, fit and functionality of objects within the product development process, before actual manufacturing begins.	
7	Direct	The use of additive manufacturing to make final	Rapid manufacturing,

	manufacturing	products directly, without tooling.	Toolless manufacturing
8	Conformal cooling channel	Additive manufacturing offers the capability to design and create optimized channels which conform the shape of tooling or insert, allowing coolant to pass through the mold in passages that remove heat evenly and fast from the mold or die. The positioning of traditionally machined straight-line channels is more limited.	
9	Prototype	Signifies various types of models with different purposes used in different phases of the product development. With additive manufacturing it is possible to create complex 3D representations which can demonstrate appearance, dimensions and functionality of the object. Due to this, only one polyvalent prototype is needed for concept verification.	
10	Small series production	Production in small number of units. The first small testing series of a new product can be called « zero » series.	
11	Hybrid manufacturing	The combination of additive manufacturing and conventional CNC-machining in the automated manufacturing process.	
12	Conventional manufacturing	Covers subtractive manufacturing and forming technics.	Conventional machining, Traditional machining
13	Subtractive manufacturing	Conventional manufacturing which includes methods such as multi-axis milling and turning, EDM (Electrical Discharge Machining), grinding, laser cutting, drilling, and micro-machining, to remove material from the object.	
14	Forming technics	Traditional methods such as molding (i.e., injection molding and die casting), rolling, pulling, extruding, and compressing the material during the process.	
15	Tool, tooling	Mold, die, or other device used in various manufacturing processes such as plastic injection molding, vacuum casting, die casting, blow molding, thermoforming, sheet metal stamping, hydroforming, forging, and composite layup tooling, machining, and assembly fixtures. Molds and dies are the cavity frames for the manufactured piece.	
16	Production tooling	Tools, tooling used in serial product manufacturing	
17	Prototype tooling	Tools, tooling used to produce prototypes.	Bridge tooling, Soft tooling
18	CAE	<i>Computer-Aided Engineering.</i> CAE includes CAD and CAM, and offers capabilities for engineering analysis and simulation, such as determining a design's robustness and performance.	
19	CAD	<i>Computer-Aided Design.</i> CAD is used for drafting and modeling the design of real or virtual objects.	

20	CAM	<i>Computer-Aided Manufacturing.</i> Typically refers to systems that use CAD model data to drive CNC machines, such as mills and lathes, to fabricate parts, molds, and dies.	
21	CNC	<i>Computer Numerical Control.</i> Computerized control of machines for manufacturing. Machines that can be equipped with CNC capabilities include mills, lathes, grinders, and flame, laser, and water-jet cutters	
22	Reverse engineering	In additive manufacturing, refers to a method of creating a digital representation from a physical object, to define and document its shape, dimensions, and internal and external features, so that the gathered information enables the production of an equivalent physical object.	
23	3D scanning	Set of automated measuring methods that are used to determine the size and shape of an object in digital format, involving an optical device, such as laser, and sensors to provide data, and triangulation to calculate the xyz coordinates of the surface. Measurement data can also be obtained with photos from different angles.	3D digitizing
24	Triangulation	A light which is projected onto the surface of an object, is observed from two points whose distance is known, which results to inferring the location of the intersection point on the surface of the object.	
25	3D data	The raw data, which contains large quantities of coordinate values known as point clouds produced by 3D-scanning systems.	Point cloud
26	3D CAD software tools	The software tools for 3D CAD modeling to manipulate 3D data, to file conversions, or to produce compatible files for AM systems. The features cover resurfacing of CAD models and reparation of STL files, shelling, including grid structures, and creating supports. Some software tools serve as an interface between 3D measurement instruments.	AM software tools
27	Surface model	Mathematical or digital representation of an object, not necessarily a closed volume, which is a combination of primitive planar or curved surfaces, Bezier B-spline or NURBS surfaces, or a mesh of polygons, such as triangles, which should approximate the exact shape of the model.	
28	NURBS	<i>Non-Uniform Rational B-Splines.</i> NURBS surfaces give a mathematically accurate description to 3D CAD models.	
29	Solid modeling	Modeling software techniques to create virtual 3D models with geometric primitives such as cylinders and spheres, and features such as holes and slots, to define a closed, "water-tight" volume (with the information as to which parts are of material, and which are not).	3D modeling
30	Solid model	Solid model is constructed virtually with modeling software, as an alternative to creating a shape with physical models made of wood or foam. Solid closed volume is an advantage over surface	

		models.	
31	3D CAD model	3D CAD model represents a 3D-printable object in usable faceted solid model format, which is either created with solid modeling or reconstructed from scanned 3D data.	3D model, 3D CAD representation
32	Lattice structures	Complex internal structure of the designed object, often mathematically optimized, which adds the strength to the piece, which at the same time can be designed light and hollow to save material.	
33	Support structure, anchor	When the successive layers enlarge the form of the piece, the down-facing surfaces need the support structures to ensure the successful and usable fit and form of the piece. Supports start either directly from build platform or from the layers beyond the build surface. The anchors attach the piece to the base plate and give support from beneath. The type, material and parameters of the supports are determined within the design of the 3D model. The supports do not belong to the piece, although the material is often the same as the build material. Powder bed fusion with metals especially require supports, as well as material extrusion and vat polymerisation. In polymer powder bed fusion, no additional supports are usually needed as the unfused powder surrounding a part serves as a fixturing system,	
34	IGES	<i>Initial Graphics Exchange Specification.</i> IGES is an industry standard format for exchanging CAD data between systems.	
35	STEP	<i>Standard for the Exchange of Product Model Data.</i> STEP is a file format being used still in some AM machines and software to translate 3D model data. IGES led to STEP.	
36	AMF	<i>Additive Manufacturing File.</i> New standardized file format for machine interface, which offers features that the STL format does not support. AMF is based on XML (an open standard markup language) and covers units, colors, textures, curved triangles, lattice structures, and functionally-graded materials. An AMF file is about half the size of a compressed STL file.	
37	STL	STL is the <i>de facto</i> standard interface for additive-manufacturing systems. STL originates from stereolithography. The triangular facets with diverse sizes and forms approximate the shape of an object in STL file, which contains a list of triangle vertices, and unit normals of the triangles. in binary and ASCII forms, ordered by the right-hand rule. Other 3D model attributes are excluded from the file.	
38	Facet	Typically a three- or four-sided polygon that mathematically represents an element of a 3D polygonal mesh surface or model. Triangular facets are used in STL files.	
39	Binder jetting	Process category in which a liquid bonding agent is selectively deposited to join powder materials, to form the object. The liquid bonding agent remains on the surface of the final object. Although the	

		binder reacts at room temperature, it must cure in the powder bed for a few hours before the parts can be removed.	
40	Directed energy deposition	Process category in which focused thermal energy is used to fuse certain a point as the material is being deposited. In most cases, a laser is the source of the energy, and the material is a metal powder. The source of the energy and the nozzle can be either separate or integrated. Most directed energy deposition systems use a 4- or 5-axis motion system or a robotic arm to position the deposition head, so the build process is not limited to successive horizontal layers on parallel planes.	
41	Material extrusion	Process category in which melted material is selectively extruded onto previous build surface layers through a nozzle or an orifice, successively layer upon layer. The raw material is typically a filament of thermoplastic, but it can also be fluid mass which is dispensed through a pipeline, or from a material cartridge. Support structures are required for bottom surfaces and overhanging features. (Note! Extrusion is also a formative method for compressing the material, to produce the pipes with fixed profiles.)	
42	Material jetting	Process category in which droplets of build material are selectively deposited onto the build surface, as one or more print heads move across the build area. Example materials include photopolymer and wax, often kept in material cartridges.	
43	Powder bed fusion	Process category in which thermal energy selectively fuses regions of a powder bed. The powder surface is spread between the layers. Unfused powder supports the piece during the process.	
44	Sheet lamination	Process category in which sheets of material are bonded to form an object. Sheets can have one side which is adhesive and a heated roller laminates successive layers. Sheet materials are fed either from rolls or they are ready-cut sheets. The form of a 3D object is created by cutting the sheet layer.	
45	Vat photopolymerization	Process category in which visible or UV light is focused onto the build surface using DLP technology, thus liquid photopolymer in a vat is selectively cured by light-activated polymerization.	
46	Cure, curing	Curing means that the top surface of a liquid photopolymer in a vat becomes solid when it is scanned e.g. by guiding an ultraviolet laser through mirrors with DLP technology.	Polymerization
47	Additive systems	Machines that join filament, liquid, powder, or sheet materials to form physical 3D objects using additive manufacturing.	AM machines, AM systems
48	Industrial AM system	Additive systems that are scaled to fulfill the industrial application specific requirements in regard to product quality.	
49	3D printer	Refers to a non-industrial additive system with low price, quality and capacity. Machine reliability and print quality, as well as the variety of materials, have	Home-based 3D printer, Home 3D printer,

		increased considerably over the past couple of years.	Consumer 3D printer, Low-end 3D printer.
50	Print head	Material is deposited from the print head which is located above the build surface, on a fixed or robotic arm. In some systems print head also includes a separate source for focused thermal energy.	deposition head
51	Thermal print head	Print head with the liquefier, the component in which solid material is heated and melted before deposition onto the building surface through a nozzle or orifice, where the material flow can be adjusted with a drive wheel.	Extrusion head
52	Focused thermal energy	The energy source such as UV-laser, CO2-laser, electron beam, or plasma arch, which is focused onto the materials being deposited, in order to melt or cure the material, which becomes solid after cooling.	
53	DLP	<i>Digital light processing.</i> Technology which uses lenses and micromirrors, to manipulate laser beam. When coherent light propagates through lenses, it is intensified to focused thermal energy.	
54	Material supply	General term for different options of feeding material to AM systems, e.g. from a filament spool, material cartridge, vat or powder bed, depending on the device construction, and the nature of the material.	
55	Filament spool	The build material which is in the solid form of thread, wound on a cylinder.	
56	Thermoplastics	Thermoplastics have linear and branched chains of molecules, which have no chemical bindings. Thermoplastics retain their shock resistance, their processing is easy, and they can be repeatedly melted, cooled and hardened, and melted again, and therefore, they are suitable for complex designs. ABS and PVC are examples of thermoplastics.	
57	Thermoset plastics	Thermoset plastics are rigidly structured with lines of molecules which are heavily cross-linked. They are permanently "set" once they are formed and cannot be re-melted. The examples of thermoset plastics are acrylic, acrylate, and epoxy materials.	
58	Material cartridge	Changeable container, which includes the material which is used in additive manufacturing systems.	
59	Powder bed	The build chamber or container which is filled with powder, and can be moved up and down with the powder feed piston.	Powder feed supply
60	Vat	« Water-tight » transparent tank or liquid feed supply in a build chamber.	Transparent tank
61	Material spreader	The part of the AM machine that levels the powder or liquid surface between processing the layers.	
62	Build surface	The current surface layer on which the building of an object is occurring.	

63	Build chamber	Build chamber is a space in the additive system where the thermal energy process is controllable.	
64	Inert gas	Sensitive materials may require the use of protecting gas within the build chamber during the curing process, not for it to ignite or explode.	
65	Build platform	A base in the additive system, upon which the build is started. The build platform, can be moved up and down or in x-y plane.	
66	Build area	The area with the dimensions within which the print head can move.	
67	Build orientation	Positioning of the piece in additive system during build process. Build orientation is defined within 3D model design. Right positioning may result in a faster process and better quality of the final object.	
68	Build materials	AM build material groups are plastics and metals, as well as filled and composite materials, ceramics and ceramic-metal hybrids, and biocompatible materials. Relevant material properties cover transparency, color, tensile strength, rigidity, biocompatibility, glass transition temperature, moisture resistance, sterilization, fire retardancy, and smoke emissions. Durometers vary from extremely hard to rubber-like elastomers.	
69	Atomization of metal	Metallurgy process which starts with the melting of metal material in a furnace, and continues with dispensing it from a reservoir into an atomizing chamber. A high velocity stream of air, inert gas, or water strikes and cools fast the molten metal as it falls, which disintegrates the liquid into fine droplets that fall to the bottom of the atomizing chamber as powder particles.	Atomization
70	Post-processing	If the piece does not meet the required dimensional accuracy or surface finish after the additive manufacturing process, then post-machining and grinding are necessary, although AM aims to avoid the need of post-processing phases. Post-processing includes the removal of support structures, together with the removal and cleaning off of loose powder, and often infiltration. Some photopolymer parts are post-cured using UV light to complete polymerization. To preserve freedom of design, geometry-specific treatments are not used.	
71	Post-machining	CNC-machining techniques such as CNC-based milling and grinding that are used to change material properties within post-processing to improve surface appearance.	
72	Post-build cleanup	Within post-processing, the removal and cleaning of loose powder is usually done with compressed air, often from both plastic and metal parts made by powder bed fusion. This needs to be done before post-thermal processes.	
73	Post-thermal processes	Post-thermal processes are often used to stress-relieve and impart better mechanical properties in the parts.	
74	Sintering	1) Associated with the post-processing of an	« post-heating »

		<p>additively manufactured piece, sintering means « post-heating » or firing the porous piece in a furnace or oven, where the material melts partially or entirely depending on its material properties.</p> <p>2) In traditional powdered metal sintering, where the piece is molded with pressure and heated, the final structure of the piece is porous.</p>	
75	Infiltration	Infiltration is a technique that is used to improve the strength of the parts, by filling the parts with other material through capillary action.. Sintering, i.e. « post-heating » of the porous parts, is often attached to infiltration, especially when binder material needs to be burned out from the parts before infiltration.	
76	Support removal	Supports are removed once the parts have passed all necessary thermal post-processing cycles. Support removal is easier if material of the support structures is different from the build material.	
77	Surface finishing	The surface of the final piece may be finished with grinding and painting, or with metal coating. Tooling surface often requires mechanical finishing as well.	
78	3DP	<p>3D Printing.</p> <p>First binder jetting-based additive manufacturing technology which was originally developed by MIT. It should not be confused with the current wider meaning of 3D printing.</p>	
79	LENS	<p><i>Laser-engineered Net Shaping.</i></p> <p>Additive manufacturing technology based on directed energy deposition.</p>	
80	FDM	<p><i>Fused Deposition Modeling.</i></p> <p>First material extrusion-based additive manufacturing technology which is widely used especially in 3D printers.</p>	
81	LS	<p><i>Laser Sintering.</i></p> <p>Additive manufacturing technology based on powder bed fusion. Laser sintering is based on powder bed fusion process. Laser sintering involves partial melting in a way that the resulting object has porous structure, thus it needs post-heating. However, in metal powder bed fusion metal particles bind together entirely which leads to a completely dense final structure.</p>	Laser sintering
82	SLS	<p><i>Selective Laser Sintering,</i></p> <p>Additive manufacturing technology based on powder bed fusion.</p>	Selective laser sintering
83	SLM	<p><i>Selective Laser Melting.</i></p> <p>Additive manufacturing technology based on powder bed fusion.</p>	
84	DMLS	<p><i>Direct Metal Laser Sintering.</i></p> <p>Additive manufacturing technology based on powder bed fusion.</p>	
85	EBM	<p><i>Electron Beam Melting.</i></p> <p>Additive manufacturing technology based on</p>	

		powder bed fusion.	
86	UAM	<i>Ultrasonic Additive Manufacturing.</i> Additive manufacturing technology based on sheet lamination.	
87	LOM	<i>Laminated Object Manufacturing.</i> First sheet lamination-based additive manufacturing technology. No longer used.	
88	Stereolithography	First vat photopolymerization-based additive manufacturing technology.	SLA

Suomenkielinen sanasto / glossaire en finnois :

#	Termi suomeksi	Määritelmät	Synonyymi(t)
1	Materiaalia lisäävä valmistus	Materiaalia lisäävissä valmistusmenetelmissä kappale tehdään 3D mallin pohjalta materiaalikerroksia lisäämällä. Lisäävässä valmistuksessa pyritään löytämään joustavampia ja monimutkaisempia rakennustapoja. Menetelmät on jaettu ASTM standardissa seitsemään kategoriaan.	Lisäävä valmistus, Ainetta lisäävä valmistus, Pikavalmistus, Lisäävä pikavalmistus, AM-tekniikka, 3D-tulostus, 3D Printing, Additive Manufacturing (AM)
2	3D-tulostus	Suunnittelussa tarvittavien mallikappaleiden valmistaminen materiaalia lisäämällä käyttäen erilaisia yksinkertaisia ja edullisia 3D-tulostuslaitteita. Alunperin termi tarkoitti 3DP-tekniikkaa ja 3D-toimistotulostimia. Nykyisin myös lisäävän valmistuksen synonyymi.	
3	ASTM International	Aiemmin tunnettu nimellä <i>American Society for Testing and Materials</i> (ASTM). Kansainvälinen organisaatio, joka määrittelee ja julkaisee teollisten asiantuntijoiden yhdessä sopimia tuotekehitysstandardeja. www.astm.org	
4	GARPA	<i>Global Alliance of Rapid Prototyping Associations.</i> GARPA on kansainvälinen organisaatio, joka pyrkii jakamaan tietoa materiaalia lisäävästä valmistuksesta. www.garpa.org Suomen Pikavalmistusyhdistys FIRPA (Finnish Rapid Prototyping Association) on GARPAn jäsen. www.firpa.fi	
5	Muottien ja työvälineiden pikavalmistus	1) Muottien ja työvälineiden valmistaminen lisäävillä menetelmillä; joko heti käyttöön otettavien työvälineiden ja muottien valmistus suoraan, tai muottien ja työvälineiden valmistamiseen tarvittavien mallien tekeminen. 2) Muottien ja työvälineiden nopea valmistaminen perinteisillä menetelmillä.	Rapid tooling
6	Prototyyppien pikavalmistus	Prototyyppien ja piensarjojen lisäävä valmistus, jonka avulla testataan iteratiivisesti kappaleen muotoa, mittatarkkuuksia ja toimivuutta tuotekehitysprosessin aikana ja ennen varsinaista	Rapid prototyping

		tuotantoa.	
7	Suoravalmistus	Toiminnallisten lopputuotteiden valmistus lisäävillä menetelmillä ilman muotteja ja muita vastaavia välivaiheita.	Rapid manufacturing, Direct manufacturing, Muotiton/ välivaiheeton pikavalmistus
8	Jäähdytyskanavisto	Lisäävän valmistuksen ansiosta työkaluhin ja muotteihin voi suunnitella niiden muotoja mukailevia kanavia, joihin jäähdyttävä aine pääsee virtaamaan, jolloin valettava kappale jäähtyy nopeasti ja tasaisesti. Perinteisten suorien jäähdytyskanavien sijoittelu muotin sisällä on rajoitetumpaa.	
9	Prototyyppi	Tuotekehityksen eri vaiheissa eri tarkoituksiin käytettyjä eriaisteisia malleja. Lisäävillä menetelmillä voidaan valmistaa monimutkaisia kolmiulotteisia malleja, joilla voi havainnollistaa sekä tuotteen ulkonäköä, mittasuhteita että toiminnallisuutta, minkä ansiosta vain yksi prototyyppi voi riittää suunnitelmien verifiointiin.	Proto, Protokappale
10	Piensarjavalmistus	Pienien tuotantoerien valmistussarja. Ensimmäistä uuden tuotteen kokeilusarjaa kutsutaan nollasarjaksi.	Piensarjatuotanto
11	Hybridivalmistus	1) Valmistusta, jossa skannaus- ja pikavalmistumenetelmät on automatisoitu yhteen prosessiin. 2) Lisäävien menetelmien ja perinteisten CNC-menetelmien yhdistäminen automatisoidussa valmistusprosessissa.	
12	Perinteiset valmistusmenetelmät	Materiaalia poistavat ja muovaavat valmistusmenetelmät.	
13	Materiaalia poistavat menetelmät	Perinteisiä koneistusmenetelmiä, joilla poistetaan materiaalia työstettävästä kappaleesta: moniakselinen jyrsintä ja sorvaus, kipinätyöstö (EDM), hionta, laserleikkaus, poraus ja mikrokoneistus.	Materiaalia poistava valmistus
14	Materiaalia muovaavat menetelmät	Perinteisiä muovaavia menetelmiä ovat erilaiset valut (esim. ruiskuvalu ja painevalu), taivutus, veto, pursotus ja puristaminen.	Materiaalia muovaava valmistus
15	Muotti, työväline	Muotteja ja työvälineitä käytetään eri valmistusprosesseissa: muovin ruisku-, tyhjiö- ja painevalu, puhallus- ja lämpömuovaus, metallilevyn puristus, painemuovaus, taonta, työvälinepidikkeet, koneistus- ja kalustuskokoonpanot. Yksi- ja kaksipuoleiset muotit ovat kappaleen muotoisen ontelon sisältäviä kehyksiä.	
16	Tuotantomuotti	Lopputuotteiden sarjatuotanto-valmistukseen tarkoitettu muotti ja työväline.	
17	Protomuotti	Prototyypin valmistukseen tarkoitettu muotti tai työväline.	
18	CAE	<i>Computer-Aided Engineering</i> . Tietokoneavusteinen tekniikka. CAE-sovelluksilla voi analysoida ja simuloida suunniteltujen rakenteiden lujuutta tai toimivuutta.	

19	CAD	<i>Computer-Aided Design.</i> Tietokoneavusteinen suunnittelu.	
20	CAM	<i>Computer-Aided Manufacturing.</i> Tietokoneavusteinen valmistus. Viittaa tavallisesti yksi- tai kaksipuoleisia muotteja valmistaviin CNC-laitteisiin, kuten jyrsin ja sorvi, joiden ohjelmointiin käytetään CAD-mallitietoa.	
21	CNC	<i>Computer-Numeric Control.</i> Työstökoneen numeerinen ohjaus. CNC-laitteita voivat olla jyrsimet, sorvit, hiontakoneet, liekki-, laser- ja vesisuihkuleikkurit.	
22	Reverse engineering	Lisäävässä valmistuksessa tarkoittaa tapoja, joilla fyysisestä kappaleesta tehdään digitaalinen malli siten, että saadun tiedon (kappaleen muodon, ulottuvuuksien ja sisäisten ja ulkoisten rakenteiden) avulla voidaan valmistaa kopio kappaleesta.	Takaisinmallinnus, Käänteinen mallinnus, Lopusta alkuun -suunnittelumenetelmä
23	3D-scannaus	Kappaleen koon ja muodon määrittämistä automaattisella mittauksella, missä optisen laitteen ja mittausanturien ja kolmiomittauksen avulla lasketaan kappaleen pinnan xyz-koordinaatteja. Mittaustietoa voi kerätä myös valokuvaamalla kappaletta eri kuvakulmista.	3D-digitointi
24	Kolmiomittaus	Kolmiomittauksessa kohteen pinnalle heijastettavaa valoa havainnoidaan kahdesta eri pisteestä, joiden keskinäinen välimatka tunnetaan. Suunnan erotuksesta voidaan laskea kohteen pinnalla olevan pisteen sijainti.	
25	3D-pistepilvi	3D-scannauksessa mitattu data, joka sisältää huomattavat määrät koordinaattiarvoja.	3D-mittausdata
26	3D CAD ohjelmistot	3D-mallinnukseen tarkoitettuja ohjelmistoja, joilla 3D pistepilvi muokataan AM-laitteille yhteensopivaan muotoon. Ohjelmistoilla voi muokata pintakolmiorakennetta, korjata eri tavoin STL-tiedostoja, muodostaa komponenteista suljettuja pintoja, sisällyttää malliin rasterointi ja luoda tukirakenteita. Myös eri 3D mittauslaitteiden välisiin rajapintoihin on kehitelty erilaisia ohjelmistoja.	AM ohjelmistot
27	Pintamalli	Matemaattinen tai digitaalinen kuvaus kappaleesta tasomaisina tai kaarevina pintoina, tai molempina, jotka eivät välttämättä muodosta suljettua tilavuutta. Pintamallit koostuvat Bezier B-spline tai NURBS tahoelementeistä, tai primitiivikäyristä. Pinta voi myös sisältää monikulmioita, kuten kolmioita, siten että pinta mahdollisimman tarkasti mallintaa kappaleen todellisia muotoja.	
28	NURBS	<i>Non-Uniform Rational B-Splines.</i> NURBS on yksi tapa kuvata 3D-mallin pinnan muoto matemaattisen tarkasti.	
29	3D-mallinnus	3D-mallien virtuaalista suunnittelua, johon ohjelmistot tarjoavat yksinkertaisia geometrisia muotoja kuten sylintereitä, palloja, reikiä ja aukkoja, joilla kuvataan 3D-mallin suljettua « vesitiivistä » tilavuutta (sisältäen tiedon, mikä on ainetta mikä ei).	Solidimallinnus, 3D CAD -mallinnus
30	Tilavuusmalli	Tilavuusmalli on ohjelmistolla luotu visuaalinen malli, vaihtoehtona fyysiselle puusta tai	Volyyimimalli, Solidimalli

		vaahtomuovista tehdylle mallille. Tilavuusmallin etu suhteessa pintamalliin on vesitiiviys.	
31	3D-malli	3D-malli kuvaa kolmiulotteisen kappaleen kolmioidussa tilavuusmalli-formaatissa, jota tulostuslaitteet käyttävät. 3D-malli luodaan suoraan mallintamalla tai scannatusta pistepilvi-datasta rekonstruoimalla.	3D CAD -malli, Kolmioitu malli
32	Ristikkorakenne	Kappaleen lujuutta lisäävä monimutkainen, usein laskennallisesti optimoitu sisäinen rakenne, jonka ansiosta kappaleesta voi samalla suunnitella kevyitä ja onttoja, jolloin säästyy materiaalia.	
33	Tukirakenne	Kun kappaleen muoto laajenee kerroksittain, ylempiä kerroksia tuetaan rakennus-alustasta tai alemmista muodoista lähtien kasvatetuilla tukirakenteilla, jotka takaavat valmiin kappaleen käyttökelpoisuuden. Tuet eivät kuulu kappaleeseen, vaikka ne on yleensä tehty samasta materiaalista. Ne pitävät kappaleen kiinni rakennus-alustassa ja tukevat muotoa alhaaltapäin. Suunnitteluvaiheeseen sisältyy tukirakenteiden tyypin, materiaalin ja muiden parametrien määrittely. Tukirakenteita tarvitaan erityisesti metallijauheen sulatuksessa, sekä muovien pursotuksessa ja valokovettamisessa. Sulamaton polymeerijauhe ympäröi ja tukee kappaletta, eikä lisätukia sitä käytettäessä yleensä tarvita.	Rakennustuet, Alustaan ankkurointi
34	IGES	<i>Initial Graphics Exchange Specification.</i> IGES on teollisuuden standardi tiedostoformaatti CAD tiedon siirtämiseen laitteiden välillä.	
35	STEP	<i>Standard for the Exchange of Product Model Data.</i> STEP on tiedostoformaatti, jota monet AM laitteet ja ohjelmistot edelleen käyttävät 3D-mallille. STEP on syntynyt IGESin pohjalta.	
36	AMF	<i>Additive Manufacturing File.</i> Standardissa laiterajapintaan määritelty uusi tiedostoformaatti. XML-ohjelmointikieleen pohjautuva formaatti tukee yksiköitä, värejä, pintakuvioita, kaarevia kolmioita, ristikkorakenteita ja käytön mukaan luokiteltuja materiaaleja – näitä ominaisuuksia STL-formaatti ei tue. AMF-tiedoston koko on noin puolet pakatusta STL-tiedostosta.	
37	STL	Lisäävän valmistuksen laitteiden sovittu « standardi » rajapinta. Lyhenteen alkuperänä on stereolitografia-termi. STL-tiedosto sisältää kappaleen muotoa ja kokoa mallintavien erikokoisten ja -muotoisten pintakolmioiden kärkipisteitä binääri ja ASCII-muodoissa, oikeakätisesti järjestettynä, sekä kolmioiden normaalit. Muut 3D-mallin määritteet on jätetty tiedostosta pois.	
38	Pintakolmio	Yleismerkityksessä tahoelementti on 3- tai 4-sivuinen monikulmio, jota käytetään vapaamuotoisen kappaleen pinnan matemaattiseen mallintamiseen. STL-tieto muodostuu erikokoisista ja -muotoisista pintakolmioista, kolmikulmaisista tahoelementeistä.	Tahoelementti, Pintaelementti
39	Sideaineen	Menetelmässä kappale rakentuu jauhemaiseen	Binder jetting,

	ruiskutus	aineeseen, johon ruiskutetaan perusmateriaalin kanssa reagoivaa nestemäistä sideainetta. Sideaine jää aina osaksi kappaletta. Vaikka sideaine reagoi huoneenlämmössä, jauheen pitää jäähmettyä muutamia tunteja ennen kappaleiden irrottamista.	Sidosaineen ruiskutus,
40	Materiaalin ja lämmön kohdistus	Menetelmässä lämpö suunnataan uuden materiaalikerroksen lisäämisen yhteydessä yhteen kohdistuspisteeseen. Usein lämmönlähteenä on lasersäde ja materiaalina käytetään metallijauheita. Materiaalisuutin ja lämmönlähde voivat olla erillisiä tai integroituja. Useimmissa laitteissa on 4- tai 5- akselinen ohjaus tai robottikäsi tulostuspään siirtämiseen, joten menetelmä ei rajoitu kerroksittaiseen rakentamiseen.	Direct energy deposition
41	Materiaalin pursotus	Menetelmässä sulatettua materiaalia pursotetaan suuttimen läpi rakennuspinnalle kerroksittain. Materiaalina voi olla kestopuovinuuhaa, tai kasetilta tai putkistoa pitkin annosteltavaa massaa. Menetelmässä tarvitaan tukirakenteita. (Huom. Ekstruusio on myös muovaava valmistusmenetelmä, jolla tehdään esim. putkia.)	Ekstruusio menetelmä, Material extrusion
42	Materiaalin ruiskutus	Menetelmässä materiaalipisaroita ruiskutetaan määritettyihin kohtiin rakennuspinnalle. Pisaroiden ruiskuttamiseen käytetään yhtä tai useampaa tulostuspäätä, jotka liikkuvat rakennusalustan yläpuolella. Materiaalina käytetään yleisimmin kasetilta syötettävää valokovettuvaa polymeeriä tai vahaa.	Material jetting
43	Jauhepetiteknika	Menetelmässä kohdistetaan lämpöä sulatettaviin kohtiin jauhepedillä. Jauhetta lisätään kerroksittain ja pinta tasoitetaan kerroksien välillä. Sulattamaton jauhe voi tukea kappaletta valmistuksen ajan, jolloin ei tarvita tukirakenteita.	Powder bed fusion, Jauheen sulatus, Pulveripetiteknikka
44	Laminointi	Menetelmässä materiaalia liitetään ohuina levyinä kerroksina päällekkäin. Levymäinen sidonta-aineella pinnoitettu materiaali laminoidaan kiinni edelliseen kerrokseen kuumennetun rullan avulla. Levymäinen materiaali syötetään joko rullilta tai valmiina arkkeina. Kappaleen muoto saadaan levykerrokseen leikkaamalla.	Sheet lamination
45	Allasvalopolymerisaatio	Menetelmässä polymeerialtaan rakennuspinnalle kohdistettu näkyvä tai UV-valo valokovettaa pyyhkäisemänsä kohdan.	Vat polymerization
46	Valokovettaminen	Nestemäisen polymeerin muuttuminen kiinteäksi, kun pintaa pyyhkäistään UV-laservalolla.	
47	Pikavalmistuslaitteet	Laitteita, jotka lisäävän valmistuksen menetelmillä muodostavat kolmiulotteisia kappaleita yhdistäen esimerkiksi nauhamaisia, nestemäisiä, jauhamaisia tai levyjäisiä materiaaleja.	AM-laitteet, AM-koneet, Pikavalmistuskoneet, 3D-tulostimet (esim. lasersintrauskone, ekstruusiokone)
48	Teolliset pikavalmistuslaitteet	Pikavalmistuslaitteita, jotka täyttävät tyypilliset teollisuuden sovelluskohtaiset laatuvaatimukset.	3D-tuotantolaitteet, 3D-tuotantotulostimet
49	3D-tulostin	3D-tulostimiksi kutsutaan halvan hinta-laatu-teholuokan pikavalmistuslaitteita. Parin viime	3D-toimistotulostin

		vuoden aikana laitteiden käytettävyys sekä tulostusten laatu ovat parantuneet ja materiaaliveitohdot ovat monipuolistuneet.	
50	Tulostuspää	Kiinteän varren tai robottikäden päähän sijoitettu laitteen osa, josta ainetta tai sideainetta siirretään tulostettavaan kappaleeseen. Joissain laitteissa tulostuspää sisältää myös erillisen kohdistetun energian lähteen.	Pursotuspää
51	Lämmittävä tulostuspää	Tulostuspää, jossa on kiinteän materiaalin sulattamiseksi lämmitin. Sulanut materiaali valutetaan suuttimen tai aukon kautta rakennuspinnalle. Materiaalin syötön nopeutta voidaan säätää erillisellä ruuvilla.	
52	Kohdistettu energia	Energian lähde, esim. UV-laser, hiilidioksidilaser, elektronisuihku tai valokaari, kohdistetaan käsiteltävään materiaaliin. Aine joko sulaa tai kovettuu ja muuttuu lopuksi olomuodoltaan kiinteäksi.	Kohdistettu lämpö
53	DLP	<i>Digital Light Processing</i> . Digitaalinen valonkäsitely. Tekniikka, jossa valonsädettä ohjataan linssien ja mikropiilipaneelin avulla. Linseillä koherentti valonsäde kootaan polttopisteessä kuumentavaksi sädekimpuksi.	
54	Materiaalisäiliö	Yleiskäsite vaihtoehtoisille materiaaluodoille AM-laitteissa. Materiaalisäiliönä voi olla filamenttikela, materiaalikasetti, polymeeriallas tai jauhepeti, materiaalin ominaisuuksista ja laiterakenteesta riippuen.	Makasiini
55	Filamenttikela	Kiinteä nauhamainen tulostusmateriaali, joka säilytetään kelan ympärille rullattuna.	
56	Kestomuovi	Kestomuoveissa on lineaarisia tai haaroittuneita molekyyliketjuja, joiden välillä ei ole kemiallisia sidoksia. Kestomuovin iskunkestävyys on hyvä ja työstäminen helppoa, ja sitä voidaan pehmittää lämmöllä uudestaan työstettäväksi useita kertoja. Kestomuovi soveltuu monimutkaisiin muotoiluihin. Esim. ABS- ja PVC-muovit ovat kestomuoveja.	
57	Kertamuovi	Kertamuovissa on vahva ristikkomainen molekyyli rakenne, joka hajoaa, jos sitä yritetään lämmittämällä pehmittää ja työstää. Kertamuoveja ovat esim. akryyli, akrylaatti ja epoksi.	
58	Materiaalikasetti	Vaihdettava säiliö, joka sisältää lisäävässä valmistuksessa tarvittavan aineen.	Tulostuskasetti
59	Jauhepeti	Jauheella täytetty kammio tai astia, jossa mäntä ohjaa jauhekerroksen korkeutta.	Pulveripeti
60	Polymeeriallas	Vedenpitävä läpinäkyvä säiliö, joka voi sisältää nestemäistä rakennusainetta.	Polymeerisäiliö
61	Tasoitin	Laitteen osa, joka tasoittaa jauheen tai nesteen rakennettavien kerrosten välissä.	Pyyhin, Kaavin
62	Rakennuspinta	Edellinen kerros tai muu alue, johon kappaletta rakennetaan materiaalia lisäämällä.	Tulostuspinta
63	Rakennuskammio	Kammio on laitteen suljettu tila, jossa lämmönsäätely on mahdollista prosessin aikana.	

64	Suojakaasu	Rakennuskammiossa käytettävä kaasu, jolla ehkäistään herkkien materiaalien syttymis- tai räjähdysvaara valmistuksen aikana.	
65	Rakennusalusta	Laitteessa oleva taso, jonka päälle kappale rakennetaan. Alustaa voi liikutella korkeus- tai vaakasuunnassa.	Työtaso, Työalusta
66	Rakennusalue	Tulostuspään ulottuvuuksien rajaama alue.	Tulostusalue
67	Orientaatio	Kappaleen asemointi pikavalmistuslaitteessa valmistusprosessin aikana. Orientaatio määritellään 3D-mallin suunnittelun yhteydessä. Oikea asemointi voi nopeuttaa valmistusta ja parantaa kappaleen laatua.	Asemointi, Työstöasento
68	Valmistusmateriaali	Valmistusmateriaaliryhmiä ovat muovit ja metallit, täyte- ja komposiittimateriaalit, keraamiset materiaalit, keramiikka-metalli seokset, sekä biomateriaalit. Tärkeimpiä materiaaliominaisuuksia ovat läpinäkyvyys, väri, murtolujuus, jäykkyys, bioyhteensopivuus, lasittumislämpötila, kosteuden kestävyys, steriiliys, paloa hidastavat ominaisuudet ja hiukkaspäästöt. Useita eri kovuuksia on saatavilla, erittäin kovista materiaaleista kumimaisen joustaviin.	Tulostusmateriaali
69	Metallisulan atomisointi	Tässä pulverimetallurgian alaan liittyvässä metallijauheen valmistusmenetelmässä metallisula hajotetaan pieniksi pisaroiksi, jotka jäähdytetään joko vesi-, ilma- tai kaasusuihkulla. Hyvin nopean jäähtymisen tuloksena metallin rakenne hajoaa hyvin pieniksi jauhemaisiksi partikkeleiksi.	Atomisointi
70	Jälkikäsitteily	Jos valmistettu kappale ei täytä pinnan tarkkuus- ja laatuvaatimuksia lisäävän valmistuksen jälkeen, jälkikäsitteily koneistamalla ja hiomalla on välttämätöntä. Tavoitteena on tosin vähentää jälkikäsitteilyn tarvetta. Jälkikäsitteilyyn kuuluu tukirakenteiden poisto ja kappaleeseen kuulumattoman materiaalin puhdistaminen, ja usein myös infiltraatio. Valokovettuvista polymeereistä tehdyt kappaleet jälkikövetetaan UV-valolla täydellisen kovettumisen aikaansaamiseksi. Jotta vapaus suunnittelussa säilyy, valitaan sellaisia jälkikäsitteilytekniikoita, jotka eivät muuta kappaleen geometriaa.	
71	Jälkityöstö	Jälkityöstömenetelmiä ovat esim. CNC-poraus ja -hionta, jotka muuttavat materiaalin ominaisuuksia ja parantavat siten ulkonäköä.	Jälkikoneistus
72	Pinnan puhdistus	Kappaleen pinta puhdistetaan paineilman avulla kaikesta kappaleeseen kuulumattomasta materiaalista, esim. jauheen sulatuksessa kappaleen pintaan jääneestä muovi- tai metallijauheesta. Puhdistus-jälkikäsitteily pitää tehdä ennen lämpökäsittelyä.	
73	Kuumuuskäsittely	Jälkikuumennus vapauttaa jännityksiä kappaleen sisällä ja parantaa kappaleen mekaanisia ominaisuuksia.	Jälkikuumennus, Lämpökäsittely
74	Uunisintraus	1) Lisäävässä valmistuksessa sintraus liitetään jälkikäsitteilyyn, missä huokoinen kappale sintrataan	Sintraus

		<p>eli « jälkikuumennetaan » uunissa, jolloin materiaali sulaa osittain tai kokonaan materiaalin ominaisuuksista riippuen.</p> <p>2) Perinteisessä jauhemetallin sintrauksessa muottiin painepuristettu kappale kuumennetaan ja tuloksena on huokoinen rakenne.</p>	
75	Infiltraatio	Infiltraatiolla pyritään vahvistamaan kappaleen lujuusominaisuuksia, imeyttämällä kappaleeseen kapillaarisesti toista materiaalia. Sintraus eli huokoisten kappaleiden jälkikuumennus liitetään usein infiltraatioon, varsinkin, jos sidosaine pitää ensin polttaa pois kappaleesta.	Impregnointi
76	Tukirakenteen poisto	Tukirakenteet poistetaan, kun kappaleelle on tehty välttämätön lämpökäsittely. Poistaminen yksinkertaistuu, jos tukirakenne on eri materiaalia kuin varsinainen kappale.	
77	Pinnan viimeistely	Pinta voidaan viimeistellä hiomalla ja maalamalla, tai metallisella pintakerroksella. Muottipinta vaatii yleensä myös mekaanisen viimeistelyn	
78	3DP	3D Printing. Ensimmäinen sideaineen ruiskutukseen perustuva lisäävän valmistuksen teknologia, joka on alkujaan MIT:n kehittänyt. Termiä ei tule sekoittaa 3D-tulostuksen laajempaan merkitykseen.	
79	LENS	<i>Laser-engineered Net Shaping.</i> Materiaalin ja lämmön kohdistukseen perustuva lisäävän valmistuksen teknologia.	
80	FDM	<i>Fused Deposition Modeling.</i> Ensimmäinen materiaalin pursotukseen perustuva lisäävän valmistuksen teknologia, jota käytetään laajalti erityisesti 3D-toimistotulostimissa.	
81	LS	<i>Laser Sintering.</i> Lasersintraus on jauheen sulatukseen perustuva lisäävän valmistuksen teknologia, missä kappale sulaa osittain, jolloin syntyy « jälkikuumennusta » vaativa huokoinen kappale. Metallijauhe kuitenkin sulaa lasersintrauksessa kokonaan, jolloin lopullinen rakennus on kiinteä ja huokoseton.	Lasersintraus
82	SLS	<i>Selective Laser Sintering.</i> Jauheen sulatukseen perustuva lisäävän valmistuksen teknologia.	
83	SLM	<i>Selective Laser Melting.</i> Jauheen sulatukseen perustuva lisäävän valmistuksen teknologia.	
84	DMLS	<i>Direct Metal Laser Sintering.</i> Jauheen sulatukseen perustuva lisäävän valmistuksen teknologia.	
85	EBM	<i>Electron Beam Melting.</i> Jauheen sulatukseen perustuva lisäävän valmistuksen teknologia.	Elektronisuihkusulatus
86	UAM	<i>Ultrasonic Additive Manufacturing.</i> Laminointiin perustuva lisäävän valmistuksen	

		teknologia.	
87	LOM	<i>Laminated Object Manufacturing.</i> Ensimmäinen laminointiin perustuva lisäävän valmistuksen teknologia. Ei enää käytössä.	
88	Stereolitografia	Ensimmäinen valokovettamiseen perustuva lisäävän valmistuksen teknologia.	SLA

Glossaire en français :

#	Terme français	f/m	Définitions	Synonyme(s)
1	Fabrication additive	f	Ensemble de technologies, permettant de fabriquer des formes tridimensionnelles à partir d'un objet numérique, par apport itératif de matière, dans une tentative de développer les moyens de fabrication, les plus souples et complexes. L'ASTM a défini sept catégories pour les procédés principaux de fabrication additive.	Fabrication 3D, Technologies additives, Additive manufacturing, AM, Impression 3D
2	Impression 3D	f	Fabrication associée à la conception, utilisant la diversité de simples imprimantes 3D bon marché. Originellement, le terme a signifié le procédé 3DP, en association à des machines de bureau. Aujourd'hui, le terme est utilisé comme un synonyme pour la fabrication additive.	
3	ASTM International	m	Auparavant sous le nom <i>American Society for Testing and Materials</i> (ASTM). Leader mondial pour le développement et pour le partage de normes internationales, dont la définition est basée sur un consensus volontaire. www.astm.org	
4	GARPA	m	<i>Global Alliance of Rapid Prototyping Associations.</i> Forum international, qui veut partager l'information sur la fabrication additive. L'AFPR (Association Française de Prototypage Rapide) est un membre de GARPA. www.afpr.asso.fr	
5	Outils rapides	m	1) Méthodes rapides et additives d'outillage direct et de prototypes, soit pour servir aux outils actuels, comme des inserts de moule, soit aux modèles d'outils actuels. 2) Méthodes rapides conventionnelles d'outillage direct ou de prototypes.	Fabrication directe d'outillage
6	Prototypage rapide	m	Fabrication additive dans la conception, souvent itérative, pour former, s'adapter ou tester le fonctionnement de pièces, avec des prototypes ou avec des petites séries, avant les manufactures.	
7	Fabrication directe	f	Fabrication additive de produits finaux, sans l'outillage.	Fabrication rapide
8	Canaux de refroidissement conformes	m	Fabrication additive d'outillage et de moules qui servent à concevoir et à créer des canaux optimisés, conformément à la forme d'un outil	Canaux de refroidissement

			ou d'un insert, lesquels permettent le liquide de refroidissement de passer à travers du moule, dans des passages, qui évacuent la chaleur du moule ou de la matrice uniformément et vite. Ce positionnement est le plus limité dans les canaux avec des chaînes linéaires, usinées d'une manière conventionnelle.	
9	Prototype	m	Modèles divers, faits pour plusieurs usages dans des phases différentes lors de la conception de produits. La fabrication additive permet de créer des représentations 3D complexes, qui démontrent l'apparence, les dimensions et les fonctions d'un objet. Ainsi, un seul prototype polyvalent sert à vérifier le concept.	
10	Production en petites séries	f	Production d'un petit nombre d'unités. La première petite série d'un nouvel produit est appelé une <i>série zéro</i> .	
11	Fabrication hybride	f	Combinaison de la fabrication additive et de l'usinage CNC conventionnel, dans un procédé automatique de fabrication.	
12	Fabrication conventionnelle	m	Fabrication soustractive, et technologies de mise en forme.	Fabrication traditionnelle
13	Fabrication soustractive	f	Méthodes conventionnelles de fabrication, par enlèvement de matière, par exemple : fraisage et tournage en axes multiples, EDM (Electrical Discharge Machining), meulage, découpage laser, forage et micro-usinage.	
14	Technologies de mise en forme	f	Méthodes conventionnelles de fabrication, par exemple : moulage (par injection ou sous pression), pliage, traction, extrusion et compression de matière lors du processus.	
15	Outil, outillage	m	Moule, matrice ou tout autre outil utilisé lors de divers procédés de fabrication, soit par moulage, par injection plastique, sous vide, sous pression ou par soufflage, soit par thermoformage, par emboutissage de tôle, par hydroformage, par forgeage, soit par montage pour l'outillage de composites empilés, pour l'usinage et pour les accessoires. Les moules et les matrices sont des cadres de cavité pour une pièce fabriquée.	
16	Outillage de production	m	Outils, outillage utilisés lors de la fabrication de produits.	
17	Outillage prototype	m	Outils, outillage utilisés pour la production de prototypes.	
18	IAO	m	<i>Ingénierie assistée par ordinateur.</i> Les logiciels de IAO offrent des capacités à l'analyse d'ingénierie et à la simulation, ainsi que pour déterminer l'intégrité structurelle et la performance d'une conception.	
19	CAO	f	<i>Conception assistée par ordinateur.</i> L'utilisation d'ordinateurs pour la conception	DAO (Dessin assistée par ordinateur)

			d'objets réels ou virtuels.	
20	FAO	f	<i>Fabrication assistée par ordinateur.</i> En général, il s'agit de systèmes, qui utilisent des données de modèles CAO, pour contrôler des machines CN, comme des fraiseuses et tours, pour fabriquer des pièces, des moules et des matrices.	
21	CN	f	Commande numérique. Les machines équipées de fonctions de CN sont des fraiseuses, tours, broyeurs, et coupeuses à flamme, à laser et à jet d'eau.	
22	Rétro-conception	f	Dans le cas de fabrication additive, il s'agit d'une méthode de création de représentations numériques, basée sur un objet physique, de définition de formes, de dimensions et de caractéristiques internes et externes, afin que l'information récupérée permette de fabriquer un objet physique équivalent.	Rétro-ingénierie, Ingénierie inverse, Reverse engineering
23	Digitalisation 3D	f	Mesures automatiques pour acquérir la taille et la forme numérisées d'un objet. Ce qui impliquent souvent un dispositif optique, comme un laser, et des capteurs qui calculent les coordonnées xyz à l'aide de triangulations. Les données de mesure peuvent également être obtenues par la prise de photos selon des angles différents.	Acquisition 3D, Scanning 3D
24	Triangulation	f	Lumière projetée sur la surface d'un objet, est observée à partir d'au moins deux autres points, dont la distance est connue. Ensuite, la position du croisement sur la surface d'un objet peut être déduite de l'information.	
25	Données 3D	f	Données brutes, qui contiennent de grandes quantités des valeurs des coordonnées, connues sous le nom de fichiers de nuage de points, produites par les systèmes de digitalisation 3D.	Nuages de points
26	Logiciels CAO 3D	de m	Logiciels pour la modélisation 3D et CAO, qui transforment des données 3D aux formats compatibles dans les systèmes AM. Les caractéristiques couvrent : la modification de surfaces CAO, la réparation de fichiers STL, la création de volumes fermées et l'ajout de structures grille et de supports. Certains logiciels servent à interfacer entre divers instruments de mesure 3D.	
27	Modèle surfacique	m	Représentation mathématique ou numérique d'un objet, pas nécessairement un volume fermé, constitué d'un ensemble de surfaces planes ou de courbes primitives, de Bézier B-splines ou de surfaces NURBS, ou d'un maillage de polygones, tels que des triangles, pour rapprocher la forme exacte d'un modèle.	Modèle 3D surfacique
28	NURBS		<i>Non-Uniform Rational B-Splines.</i> Ces surfaces NURBS donnent une description mathématiquement précise d'un modèle 3D.	

29	Modélisation volumique	f	Moyens pour créer des modèles 3D virtuels, avec des primitives géométriques, telles que des cylindres et des sphères, et avec des options, telles que des trous et des fentes, lesquelles permettent de définir un volume bien fermé, « étanche à l'eau » (avec l'information sur, quelles parties, dans le modèle, sont de la matière, quelles non).	Modélisation tridimensionnelle, Modélisation 3D, Modélisation solide
30	Modèle volumique	m	Construction avec des logiciels de modélisation. Ce modèle solide est une alternative à des modèles physiques créés en bois ou en mousse. Son volume fermé est considéré comme un avantage, par rapport à des modèles surfaciques.	Modèle 3D volumique, Modèle 3D solide, Modèle solide
31	Modèle CAO 3D	m	Modèle qui représente un objet 3D à imprimer, dans un format solide utilisable, construit de facettes. Il est produit avec des outils de modélisation solide, ou avec des données de l'acquisition 3D.	
32	Structures lattices	f	Structures internes complexes d'un objet conçu, souvent optimisé mathématiquement, lequel donne de la résistance structurelle pour une pièce, dessinée d'être aussi bien légère que creuse, par gain de matières.	Treillis
33	Structure de support, ancrage	f	Lorsque les couches successives font agrandir une pièce, des surfaces tournées vers le bas ont besoin de structures de support, pour assurer que des objets vont avoir une vraie forme utilisable. Les supports commencent directement d'une plate-forme, ou à partir des couches au-dessous de la surface de construction. Des ancrs attachent la pièce sur une base, et soutiennent l'objet par en bas, sans appartenir à la pièce, même si le matériau est souvent le même que le matériau de fabrication. Le type, le matériau et les paramètres de supports sont fixés lors de la conception d'un modèle 3D. La fusion d'un lit de poudre métallique nécessite des supports, ainsi que extrusion et photopolymérisation. Lors de fusion d'un lit poudre de polymère, la poudre non fondue entoure la pièce et sert à la fixation, donc des supports supplémentaires ne seront pas nécessaires.	Support, structure de soutien
34	IGES		<i>Initial Graphics Exchange Specification.</i> Norme industrielle pour l'échange de données CAO entre systèmes.	
35	STEP		<i>Standard for the Exchange of Product Model Data.</i> Format encore utilisé dans certaines machines et logiciels de fabrication additive, pour traduire des données d'un modèle 3D. La norme IGES a conduit à STEP.	
36	AMF		<i>Additive Manufacturing File.</i> Format récent à interface machines, comprenant des caractéristiques qui ne sont pas supportées par STL. AMF est basé sur le langage de balisage normatif ouvert (XML)	

			permettant de décrire unités, couleurs, textures, triangles courbes, structures lattices, et matériaux classifiés par fonctions. La taille d'un fichier AMF est la moitié de celle d'un fichier STL compressé.	
37	STL		Interface normative <i>de facto</i> pour des systèmes additifs. La stéréolithographie est l'origine de ce sigle. Dans un fichier STL, des facettes triangulaires de diverses tailles et formes, donnent une forme approximative pour un objet. Le fichier contient une liste avec des sommets de triangles, et leurs droites normales, dans un format binaire et ASCII, tout est arrangé de droite. Les autres attributs d'un modèle 3D sont exclus.	
38	Facette	f	Polygone de trois ou quatre côtés, qui représente mathématiquement un élément avec un maillage de polygones 3D. Les facettes triangulaires sont utilisées dans des fichiers STL.	
39	Projection de liant	f	Catégorie procédurale, qui consiste à déposer sélectivement un liant liquide sur un lit de matériau, à l'état de poudre, pour créer un objet. Le liant va rester sur la surface d'un objet final. Bien que le liant et la poudre réagissent dans une température ambiante, l'objet doit rester dans le lit pendant quelques heures, afin que le liant durcisse suffisamment	Binder jetting
40	Dépôt direct de matière	m	Catégorie procédurale, dans laquelle l'énergie thermique fond le matériel, lors de son dépôt sur un objet. Plus souvent, sont utilisés le laser thermique et la poudre métallique. La source thermique et le buse peuvent être séparés ou intégrés. La plupart de ces systèmes se positionnent avec 4 ou 5 axes, ou avec un bras robotique, ainsi les solutions de construction ne sont plus limitées à des couches successives horizontales sur des plans parallèles.	Dépôt direct, énergétique Directed deposition energy
41	Extrusion de matériau	f	Catégorie procédurale qui permet à dispenser le matériel sélectivement, à travers d'un buse sur une surface précédente de construction, par l'empilement des couches. Le matériel est généralement des filaments thermoplastiques, fondus avant l'extrusion, mais il peut être aussi de la masse fluide, distribué par un tuyau ou par cartouche. Des supports sont nécessaires pour des surfaces de base et pour des surplombantes (Remarque : En (thermo)mécanique l'extrusion signifie un processus de mise en forme, où le matériel est compressé à travers d'un buse pour créer des tuyaux.)	Material extrusion (anglais)
42	Projection de matériau	f	Catégorie procédurale, où la pièce est construite en déposant sélectivement des fines gouttelettes de matière sur la surface, lorsqu'une ou plusieurs têtes d'impression bougent à travers de la zone de construction. Les matériels sont par exemple de polymère	Material jetting

			photosensible ou de cire, souvent conservé dans une cartouche	
43	Fusion en lit de poudre	f	Catégorie procédurale dans laquelle l'énergie thermique fond des zones d'un lit de poudre d'une manière sélective. La surface de poudre est égalisée entre chaque couche. La poudre non fixée soutient l'objet pendant le processus.	Fusion d'un lit de poudre, Powder bed fusion
44	Stratoconception	f	Catégorie procédurale qui permet de former la pièce par l'empilement et le collage de feuilles ou de plaques, alimentées en rouleaux ou en feuilles coupées. L'autre côté de feuille peut être adhésif, et des couches successives sont laminées à un rouleau chauffant. La forme d'un objet 3D est reçue par le découpage de feuille.	Usinage par empilement, Fabrication par empilement et collage de feuilles, Sheet lamination
45	Photopolymérisation	f	Catégorie procédurale, dans laquelle la lumière visible ou ultraviolet est focalisée sur une surface de construction, à l'aide de la technologie DLP. Ainsi, un photopolymère liquide, dans une cuve, est sélectivement durcie par polymérisation, activée par cette lumière.	Vat photopolymerization
46	Durcissement, durcir	m	Surface supérieure de photopolymère liquide, dans une cuve, devient solide, quand elle est balayée, par exemple, en utilisant la technologie DLP, ce qui guide un laser ultraviolet à travers des miroirs.	Polymérisation, Réticulation
47	Machines de fabrication additive	f	Machines qui utilisent la fabrication additive, pour la création d'objets 3D, en adhérant le matériel en filament, en liquide, en poudre ou en feuilles.	
48	Machine industrielle de fabrication additive	f	Machines qui sont réglées à appliquer des exigences industrielles spécifiques, qui définissent la qualité de produits finaux.	Équipement industriel, Machine industrielle de fabrication additive, Machine professionnelle, Système AM, Machines d'additive manufacturing
49	Imprimante 3D	f	Terme associé à des machines additives simples, qui sont bon marché et non-industrielles. La fiabilité de ces imprimantes 3D et leur qualité d'imprimerie, ainsi que la diversité des matériaux, ont augmenté considérablement à partir des années 2012.	Machine d'impression 3D, Imprimante 3D de bureau, Imprimante 3D low cost
50	Tête d'impression	f	Le matériau est déposé, au-dessus de la surface de construction, d'une tête d'impression, qui est souvent dans un bras fixé ou robotique. Dans certains systèmes, cette tête d'impression est équipée séparément d'une source d'énergie thermique ciblée.	Tête de déposition
51	Buse chauffante	f	Une tête d'impression avec une buse, qui fait chauffer et fondre le matériel solide, avant de son dépôt sur la surface de construction. En traversant la buse, le flux de matériel est	Tête d'extrusion

			ajusté avec un rouleau de réglage	
52	Énergie thermique focalisée	m	La source d'énergie thermique (par exemple, laser, faisceau d'électrons, ou jet de plasma) qui est concentrée sur une surface de construction, lors du dépôt de matériel. Elle fait fondre ou durcir le matériel, qui passera à une phase solide après le refroidissement.	Laser thermique
53	DLP	m	<i>Direct Light Processing.</i> Traitement numérique de la lumière. Faisceau de lumière contrôlé avec des lentilles et des micro-miroirs. Quand une lumière cohérente se propage à travers des lentilles, elle s'intensifie au travers de l'énergie thermique focalisée.	Technologie de DLP
54	Alimentation en matériau	f	Terme général pour alimenter de matériau dans des systèmes additifs, par exemple d'un rouleau de filament, d'une cartouche en poudre, d'une cuve ou d'un lit de poudre, ce qui dépend de la construction de machine et de la nature de matériau.	
55	Rouleau de filament	m	Matériel de fabrication sous la forme solide de fil, enroulé autour d'un cylindre.	Bobine de filament, Cartouche de fil
56	Thermoplastique	m	Matériau associé à des chaînes linéaires et ramifiées de molécules, sans liaisons chimiques. Les thermoplastiques conservent leur résistance aux chocs, leur traitement est facile et peuvent être fondus, refroidis et durcis plusieurs fois. Sont appropriés pour des conceptions complexes. L'ABS et le PVC sont des exemples de ces matières.	
57	Plastique thermodurcissable	m	Plastiques thermodurcissables structurés de manière rigide, avec des lignes de molécules qui sont fortement réticulés. Ils sont en permanence « définis » après qu'ils sont formés, et ne peuvent pas être refondus. Les exemples de ces matières sont l'acrylique, l'acrylate et l'époxy.	
58	Cartouche d'alimentation en matériau	f	Réservoir changeable, qui comprend le matériel utilisé dans des systèmes de fabrication additive.	
59	Lit de poudre	m	Chambre de fabrication, alimentée en poudre, équipée avec un piston mobile, pour élever ou enfoncer la surface du matériel.	
60	Cuve	f	Réservoir transparent, fournis d'alimentation en liquide, dans une chambre de fabrication.	Bac d'alimentation
61	Racleur	m	Partie d'un système additif qu'on utilise pour niveler uniformément la surface liquide ou poudreuse, entre les deux couches successives en production.	Balai racleur
62	Surface fabrication	f	Dernière couche de surface, sur laquelle la fabrication se passe.	Surface de construction
63	Chambre fabrication	f	Espace à un système de fabrication, où le procédé thermique est contrôlable.	Chambre ou volume de construction
64	Gaz inerte	f	Avec des matières sensibles, il peut être	

			nécessaire de créer une atmosphère contrôlée en gaz inerte dans la chambre, lors du durcissement, pour éviter l'ignition ou l'explosion.	
65	Plateau de fabrication	f	Plate-forme qui soutient l'objet lors de sa fabrication. Elle peut avoir un piston mobile pour l'élever ou l'enfoncer, ou il peut traverser sur le plan x-y.	Table-support, Plate-forme de fabrication, Plateau de construction, Plate-forme de construction
66	Zone de fabrication	f	Zone à l'intérieur de laquelle une tête d'impression peut se déplacer.	Zone d'impression, Zone de construction
67	Orientation de la pièce lors de la fabrication	f	Positionnement d'une pièce dans un système additif lors d'un processus de fabrication. L'orientation de la pièce est définie dans la conception d'un modèle 3D. Un bon positionnement permet d'avoir un processus plus rapide, et d'obtenir une meilleure qualité de l'objet final.	
68	Matériaux de fabrication	m	<p>Matériaux de fabrication additive sont les suivants : plastiques, métaux, matériaux composites et chargés, céramiques, hybrides céramique-métal, et matériaux biocompatibles.</p> <p>Leurs propriétés sont les suivantes : transparence, couleur, résistance à la traction, rigidité, biocompatibilité, température de transition vitreuse, résistance à l'humidité, stérilisation, résistance au feu, et émissions de fumée.</p> <p>Les duretés disponibles sont diverses, à partir des matériaux extrêmement durs jusqu'à des élastomères de type caoutchouc.</p>	
69	Atomisation de métal	f	Procédé métallurgique, qui commence par faire fondre le métal dans un four. Ensuite, le métal est conduit d'un réservoir vers une chambre d'atomisation. Le métal fondu est frappé par un courant d'air, de gaz inerte, ou d'eau à grande vitesse, ce qui fait refroidir très vite le métal fondu, ainsi le liquide métallique s'est désintégré en fines gouttelettes, qui tombent au fond d'une chambre de pulvérisation, sous forme de particules de poudre.	Atomisation, Pulvérisation de métal, Fragmentation de métal
70	Post-traitement	m	Post-usinage et meulage sont nécessaires si l'exactitude ou la finition de dimensions surfaciques ne sont pas satisfaisants après la fabrication additive, bien que l'objectif soit d'éviter ces phases de processus. Le post-traitement comprend : l'enlèvement des structures de support, le nettoyage de poudre libre, et souvent l'infiltration. Les nombreuses pièces produites de photopolymères sont post-durcis avec une lumière UV, pour achever la polymérisation complète. Pour préserver la liberté de conception, elles ne sont pas utilisées comme telles lors du post-traitement, qui ont des effets sur la géométrie.	

71	Post-fabrication	f	Techniques d'usinage CNC, comme le fraisage et le meulage basés sur CNC, qui sont utilisées pour changer les qualités de matériaux, et pour améliorer l'apparence de surface, lors du post-traitement.	Reprise d'usinage, Post-usinage
72	Nettoyage	m	Quand il s'agit du post-traitement, il existe des phases de l'enlèvement et de nettoyage de surface de pièces, de toutes les matières poudreuses, souvent à l'aide de l'air comprimé. Des pièces plastique ou métallique ont été fabriquées en fusion dans un lit de poudre. Il faut faire le nettoyage avant de traitements thermiques.	
73	Post-traitements thermiques	m	Traitements utilisés pour le soulagement de tensions et pour l'amélioration de qualités mécaniques d'un objet.	« Post-chauffage », Post-cuisson
74	Frittage	m	1) Quand il s'agit du post-traitement d'un objet fabriqué additivement, le frittage signifie « post-chauffage » ou réchauffage d'une pièce poreuse dans un four, ainsi le matériel se fond partiellement ou entièrement, ce qui dépend de qualités de matériau. 2) Pendant le frittage conventionnel de métal poudreux, la pièce est moulée à pression et réchauffée, en conséquence, la structure finale est poreuse. 3) La fusion de poudres plastiques est appelée frittage, tandis que la fusion des poudres métalliques est la fusion.	
75	Infiltration	f	Technique pour l'amélioration de la résistance de pièces, par remplissage d'une pièce d'un autre matériel par capillarité. Le frittage (« post-chauffage ») de pièces poreuses et l'infiltration, sont souvent faits consécutivement, en particulier lorsqu'on doit brûler le matériel liant d'une pièce, avant de l'infiltrer.	Imprégnation
76	Enlèvement des supports	m	Supports supprimés, quand certaines pièces ont passé déjà les cycles thermiques nécessaires de post-traitement. Il est plus facile de retirer des supports, si les matériaux de supports et de construction ne sont pas les mêmes.	Découpe des supports
77	Finition des surfaces	m	Surface d'un objet final peut être traité avec broyage, peinture ou revêtement métallique. Souvent, la surface d'outillage nécessite également une finition mécanique.	Revêtement des surfaces
78	3DP		Impression 3D. Première technologie de fabrication additive, qui est basée sur projection de liant. Originellement, développé par le MIT. Ne pas confondre aujourd'hui, avec la signification plus étendue de l'impression 3D.	
79	LENS		<i>Laser-engineered Net Shaping.</i> Technologie de fabrication additive, basée sur dépôt énergétique direct.	

80	FDM		<i>Fused Deposition Modeling.</i> Dépôt par extrusion de fil. Technologie première de fabrication additive, basée sur extrusion. Employé couramment surtout aux imprimantes 3D.	Dépôt par extrusion de fil
81	LS		<i>Laser Sintering.</i> Frittage laser. Technologie de fabrication additive, basée sur fusion en lit de poudre. Il s'agit de la fusion partielle de sorte qu'un objet résultant aura une structure poreuse, nécessitant d'un post-chauffage. Quand ses particules métalliques se lient entièrement, ainsi la structure finale sera dense.	Frittage laser
82	SLS		<i>Selective Laser Sintering.</i> Frittage laser sélectif. Technologie de fabrication additive, basée sur fusion d'un lit de poudre.	Frittage laser sélectif
83	SLM		<i>Selective Laser Melting.</i> Fusion laser sélective. Technologie de fabrication additive, basée sur fusion d'un lit de poudre.	Fusion laser sélective
84	DMLS		<i>Direct Metal Laser Sintering.</i> Fusion laser métallique direct. Technologie de fabrication additive, basée sur fusion d'un lit de poudre.	Fusion laser métallique direct
85	EBM		<i>Electron Beam Melting.</i> Fusion par faisceau d'électrons. Technologie de fabrication additive, basée sur fusion d'un lit de poudre	Fusion par faisceau d'électrons
86	UAM		<i>Ultrasonic Additive Manufacturing.</i> Technologie de fabrication additive, basée sur lamination.	
87	LOM		<i>Laminated Object Manufacturing.</i> Technologie première de fabrication additive, basée sur lamination. Plus en usage.	
88	Stéréolithographie	f	Technologie première de fabrication additive, basée sur photopolymérisation.	

Termes dans les trois langues par ordre numérique

#	English term	Termi suomeksi	Terme français	f/m
	<i>General terms</i>	<i>Yleistermi</i>	<i>Termes généraux</i>	
1	Additive manufacturing	Materiaalia lisäävä valmistus	Fabrication additive	f
2	3D printing	3D-tulostus	Impression 3D	f
3	ASTM International	ASTM International	ASTM International	m
4	GARPA	GARPA	GARPA	m
5	Rapid tooling	Muottien ja työvälineiden pikavalmistus	Outillage rapide	m
6	Rapid prototyping	Prototyyppien pikavalmistus	Prototypage rapide	m

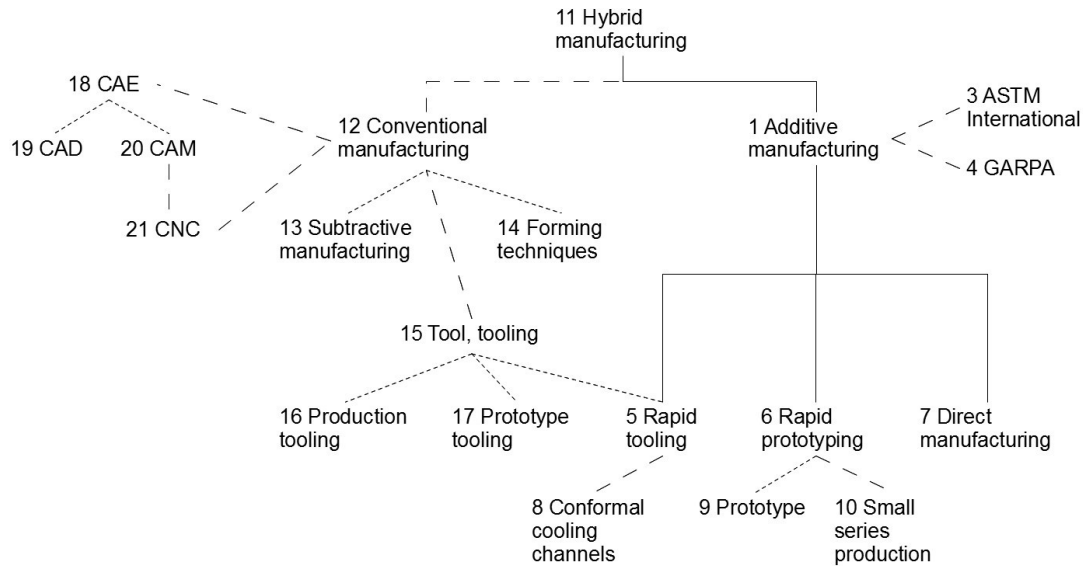
7	Direct manufacturing	Suoravalmistus	Fabrication directe	f
8	Conformal cooling channel	Jäähdytyskanavisto	Canaux de refroidissement conformes	m
9	Prototype	Prototyyppi	Prototype	m
10	Small series production	Piensarjavalmistus	Production en petites séries	f
11	Hybrid manufacturing	Hybridivalmistus	Fabrication hybride	f
12	Conventional manufacturing	Perinteiset valmistusmenetelmät	Fabrication conventionnelle	m
13	Subtractive manufacturing	Materiaalia poistavat menetelmät	Fabrication soustractive	f
14	Forming techniques	Materiaalia muovaavat menetelmät	Technologies de mise en forme	f
15	Tool, tooling	Muotti, työväline	Outil, outillage	m
16	Production tooling	Tuotantomuotti	Outillage de production	m
17	Prototype tooling	Protomuotti	Outillage de prototypes	m
18	CAE	CAE	IAO	m
19	CAD	CAD	CAO	f
20	CAM	CAM	FAO	f
21	CNC	CNC	CN	f
	<i>Development terms</i>	<i>Suunnittelutermit</i>	<i>Termes de la conception</i>	
22	Reverse engineering	Reverse engineering	Rétro-conception	f
23	3D scanning	3D-scannaus	Digitalisation 3D	f
24	Triangulation	Kolmiomittaus	Triangulation	f
25	3D data	3D-pistepilvi	Données 3D	f
26	3D CAD software tools	3D CAD ohjelmistot	Logiciels de CAO 3D	m
27	Surface model	Pintamalli	Modèle surfacique	m
28	NURBS	NURBS	NURBS	
29	Solid modeling	3D-mallinnus	Modélisation volumique	f
30	Solid model	Tilavuusmalli	Modèle volumique	m
31	3D CAD model	3D-malli	Modèle CAO 3D	m
32	Lattice structures	Ristikkorakenne	Structures lattices	f
33	Support structure, anchor	Tukirakenne	Structure de support, ancrage	f
34	IGES	IGES	IGES	
35	STEP	STEP	STEP	
36	AMF	AMF	AMF	
37	STL	STL	STL	

38	Facet	Pintakolmio	Facette	f
	<i>Process terms</i>	<i>Valmistustapatermit</i>	<i>Termes des procédés</i>	
39	Binder jetting	Sideaineen ruiskutus	Projection de liant	f
40	Directed energy deposition	Materiaalin ja lämmön kohdistus	Dépôt direct de matière	m
41	Material extrusion	Materiaalin pursotus	Extrusion de matériau	f
42	Material jetting	Materiaalin ruiskutus	Projection de matériau	f
43	Powder bed fusion	Jauhepetiteknikka	Fusion en lit de poudre	f
44	Sheet lamination	Laminointi	Stratoconception	f
45	Vat photopolymerization	Allasvalopolymerisaatio	Photopolymérisation	f
46	Cure, curing	Valokovettaminen	Durcir, durcissement	m
	<i>Terms of systems and system parts</i>	<i>Laitteiden ja laiteosien termit</i>	<i>Termes des machines et leurs parties</i>	
47	Additive systems	Pikavalmistulaitteet	Machines de fabrication additive	f
48	Industrial AM system	Teolliset pikavalmistulaitteet	Machine industrielle de fabrication additive	f
49	3D printer	3D-tulostin	Imprimante 3D	f
50	Print head	Tulostuspää	Tête d'impression	f
51	Thermal print head	Lämmittävä tulostuspää	Buse chauffante	f
52	Focused thermal energy	Kohdistettu energia	Énergie thermique focalisée	m
53	DLP	DLP	DLP	m
54	Material supply	Materiaalisäilö	Alimentation en matériau	f
55	Filament spool	Filamenttikela	Rouleau de filament	m
56	Thermoplastics	Kestomuovi	Thermoplastique	m
57	Thermoset plastics	Kertamuovi	Plastique thermodurcissable	m
58	Material cartridge	Materiaalikasetti	Cartouche d'alimentation en matériau	f
59	Powder bed	Jauhepeti	Lit de poudre	m
60	Vat	Polymeeriallas	Cuve	f
61	Material spreader	Tasoitin	Racleur	m
62	Build surface	Rakennuspinta	Surface de fabrication	f
63	Build chamber	Rakennuskammio	Chambre de fabrication	f
64	Inert gas	Suojakaasu	Gaz inerte	f
65	Build platform	Rakennusalusta	Plateau de fabrication	f
66	Build area	Rakennusalue	Zone de fabrication	f
67	Build orientation	Orientaatio	Orientation de la pièce lors de la fabrication	f
68	Build materials	Valmistusmateriaali	Matériaux de fabrication	m

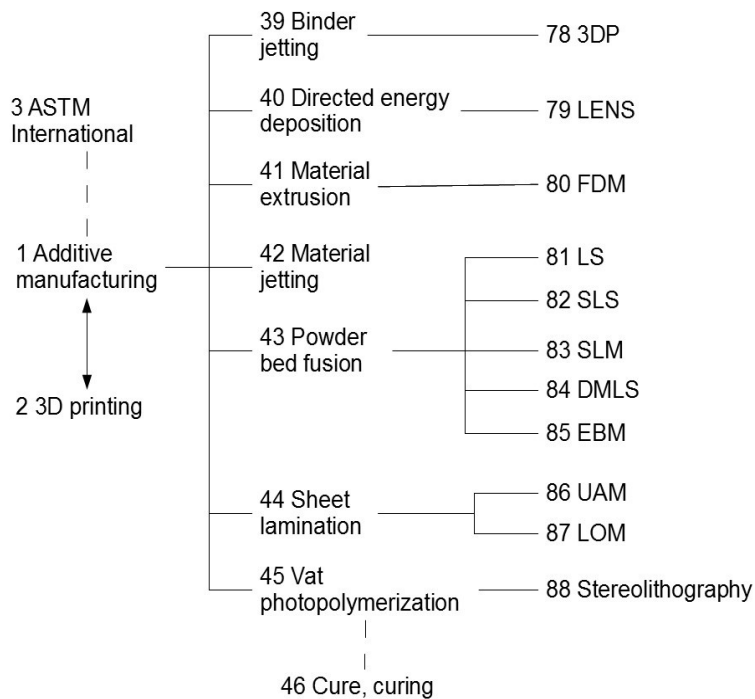
69	Atomization of metal	Metallisulan atomisointi	Atomisation de métal	f
	<i>Post-processing terms</i>	<i>Jälkikäsittelytermit</i>	<i>Termes du post-traitement</i>	
70	Post-processing	Jälkikäsittely	Post-traitement	m
71	Post-machining	Jälkityöstö	Post-fabrication	f
72	Post-build cleanup	Pinnan puhdistus	Nettoyage	m
73	Post-thermal processes	Jälkikuumennus	Post-traitements thermiques	m
74	Sintering	Sintraus	Frittage	m
75	Infiltration	Infiltraatio	Infiltration	f
76	Support removal	Tukirakenteen poisto	Enlèvement des supports	m
77	Surface finishing	Pinnan viimeistely	Finition des surfaces	m
	<i>Commercial names</i>	<i>Kaupalliset nimet</i>	<i>Noms commerciaux</i>	
78	3DP	3DP	3DP	
79	LENS	LENS	LENS	
80	FDM	FDM	FDM	
81	LS	LS	LS	
82	SLS	SLS	SLS	
83	SLM	SLM	SLM	
84	DMLS	DMLS	DMLS	
85	EBM	EBM	EBM	
86	UAM	UAM	UAM	
87	LOM	LOM	LOM	
88	Stereolithography	Stereolitografia	Stéréolithographie	f

5. Schémas conceptuels

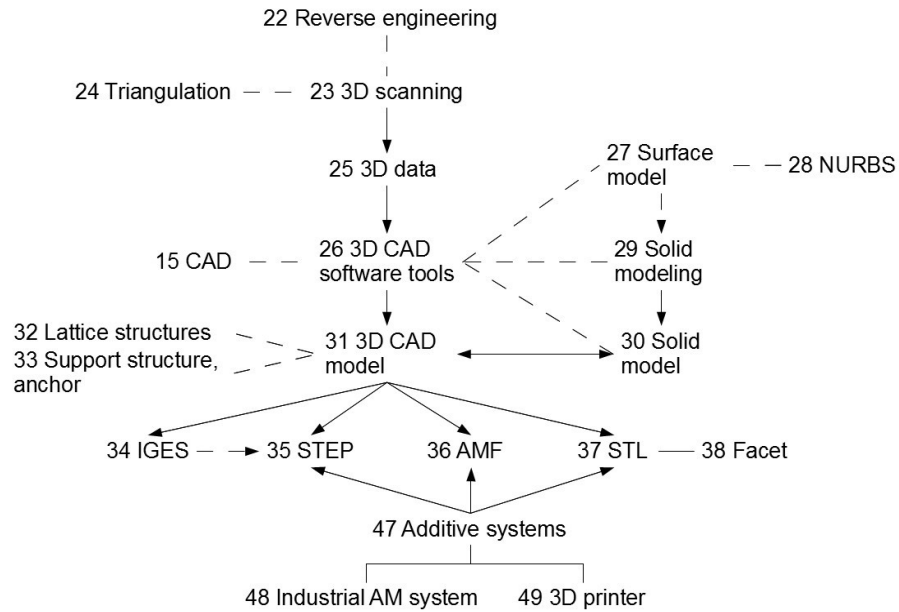
Anglais :



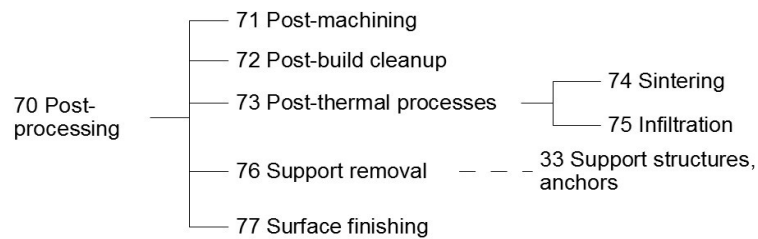
Graphique 63. Schéma conceptuel : termes généraux – anglais.



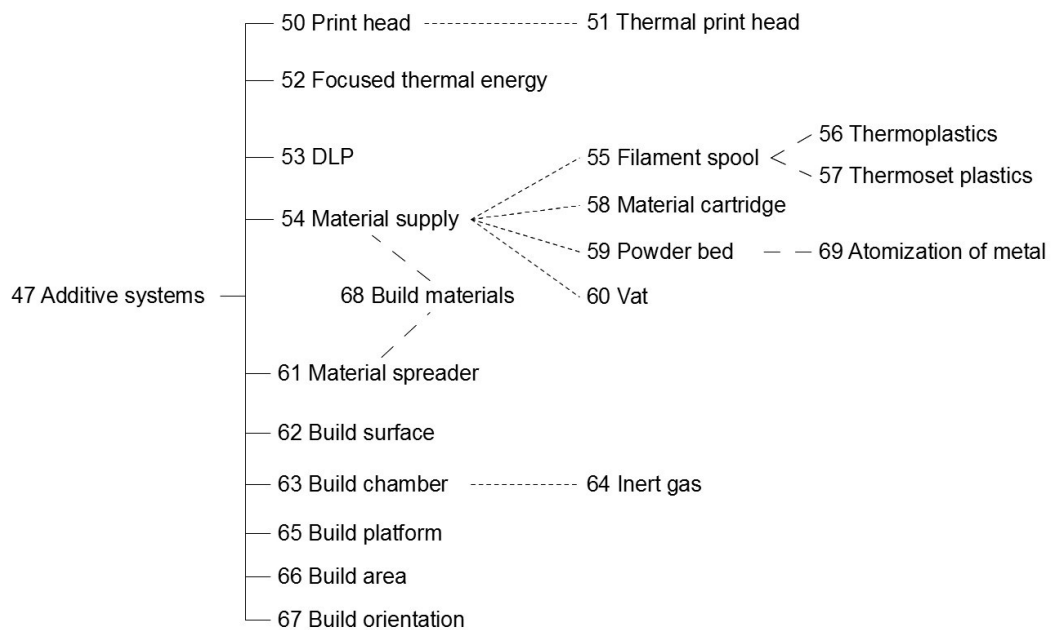
Graphique 64. Schéma conceptuel : termes des procédés – anglais.



Graphique 65. Schéma conceptuel : termes de conception – anglais.

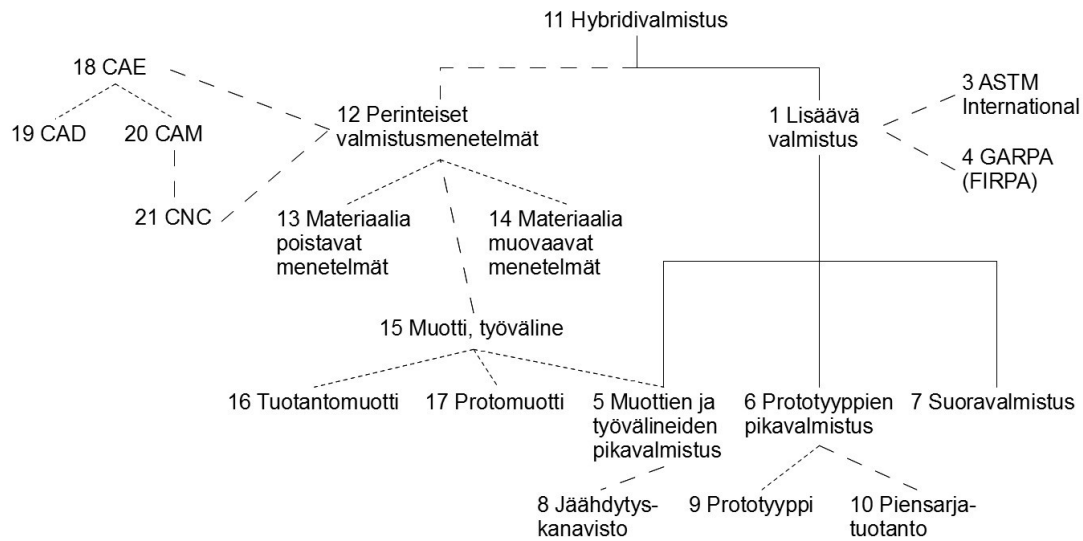


Graphique 66. Schéma conceptuel : termes du post-traitement – anglais.

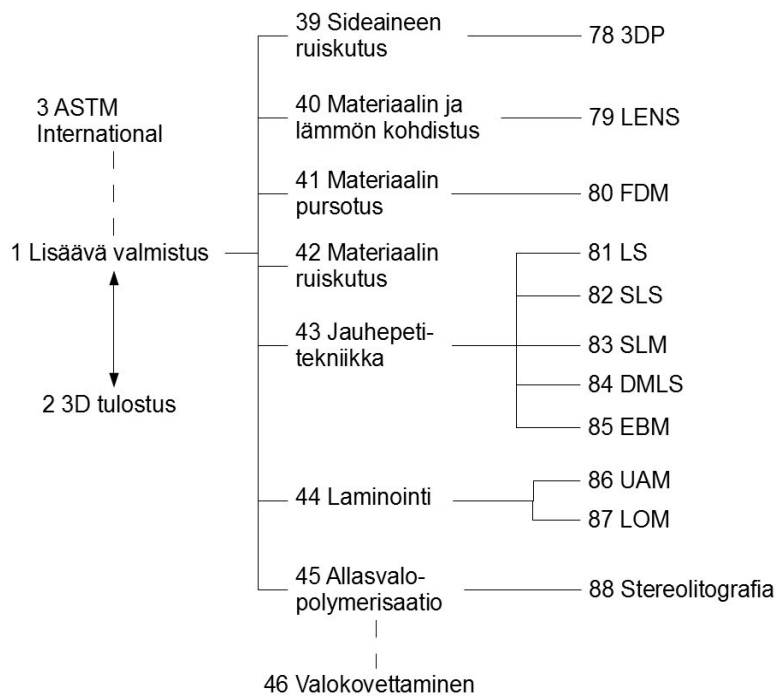


Graphique 67. Schéma conceptuel : termes des machines – anglais.

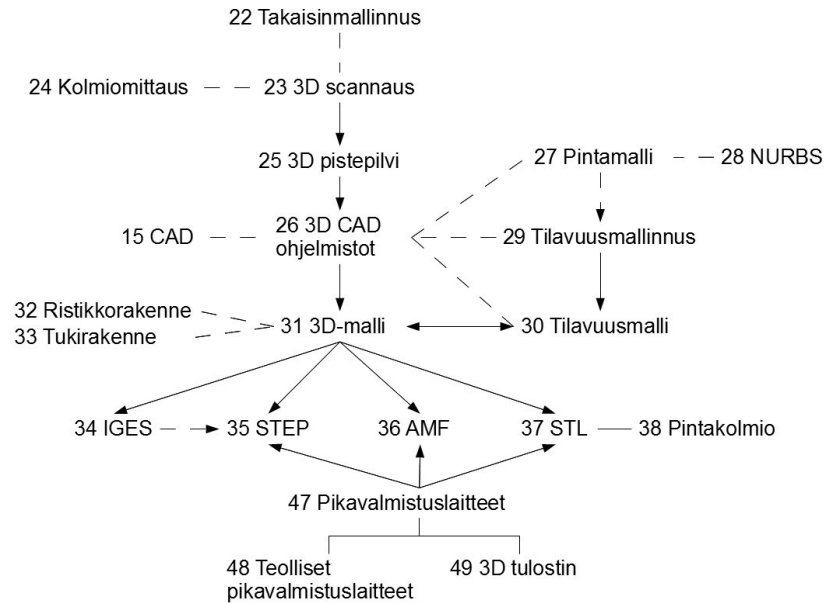
Finnois :



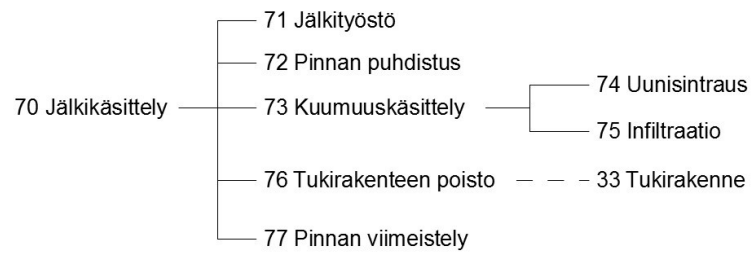
Graphique 68. Schéma conceptuel : termes généraux – finnois.



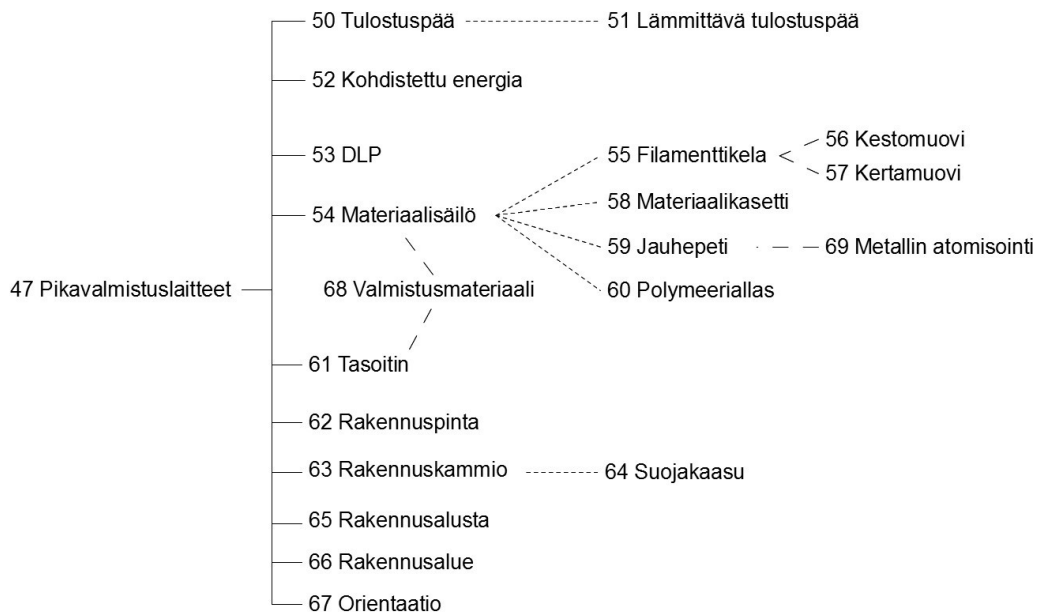
Graphique 69. Schéma conceptuel : termes des procédés – finnois.



Graphique 70. Schéma conceptuel : termes de conception – finnois.

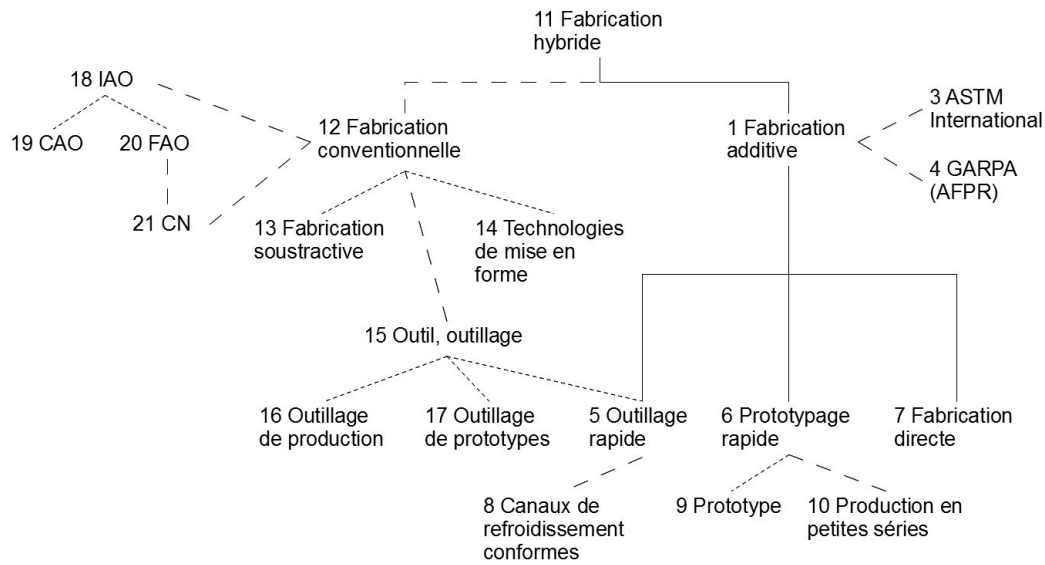


Graphique 71. Schéma conceptuel : termes du post-traitement – finnois.

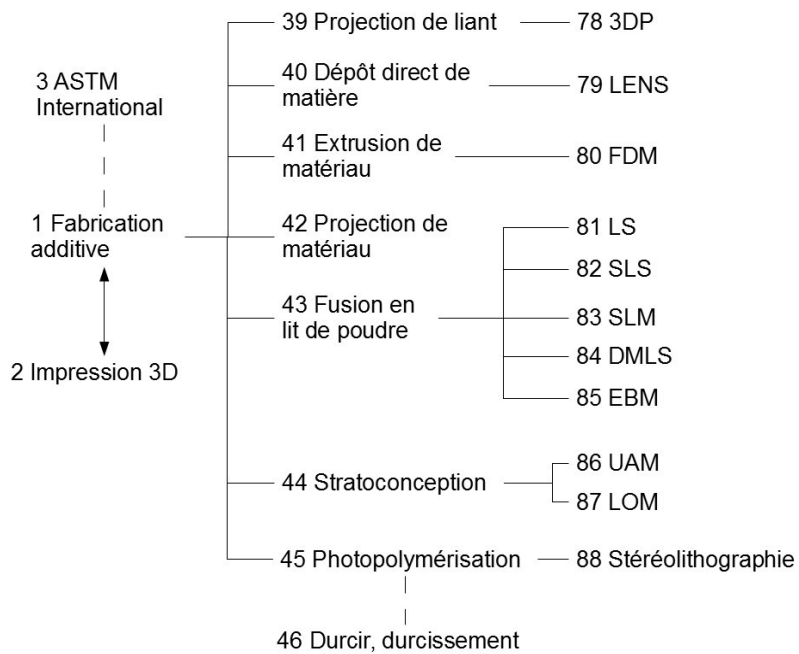


Graphique 72. Schéma conceptuel : termes des machines – finnois.

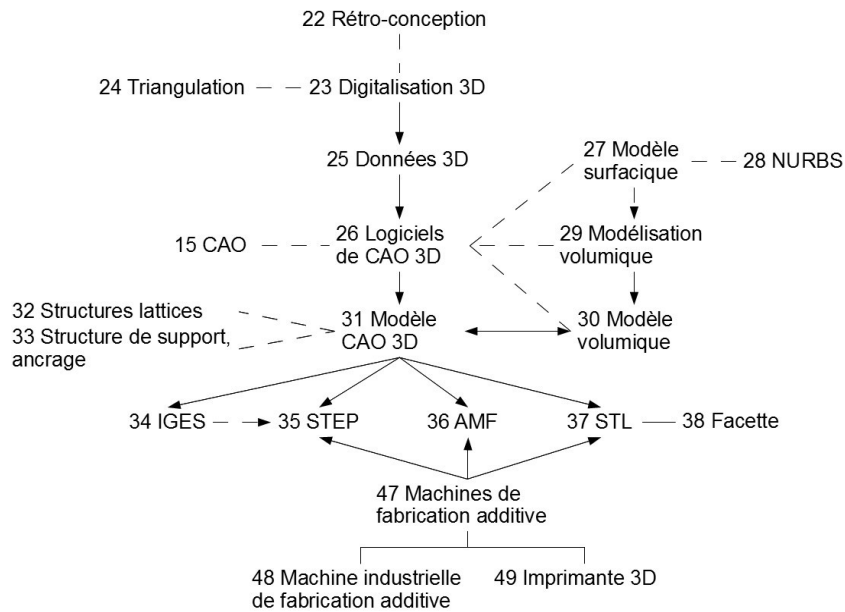
Français :



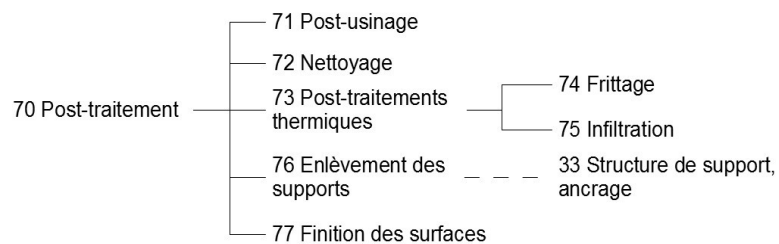
Graphique 73. Schéma conceptuel : termes généraux – français.



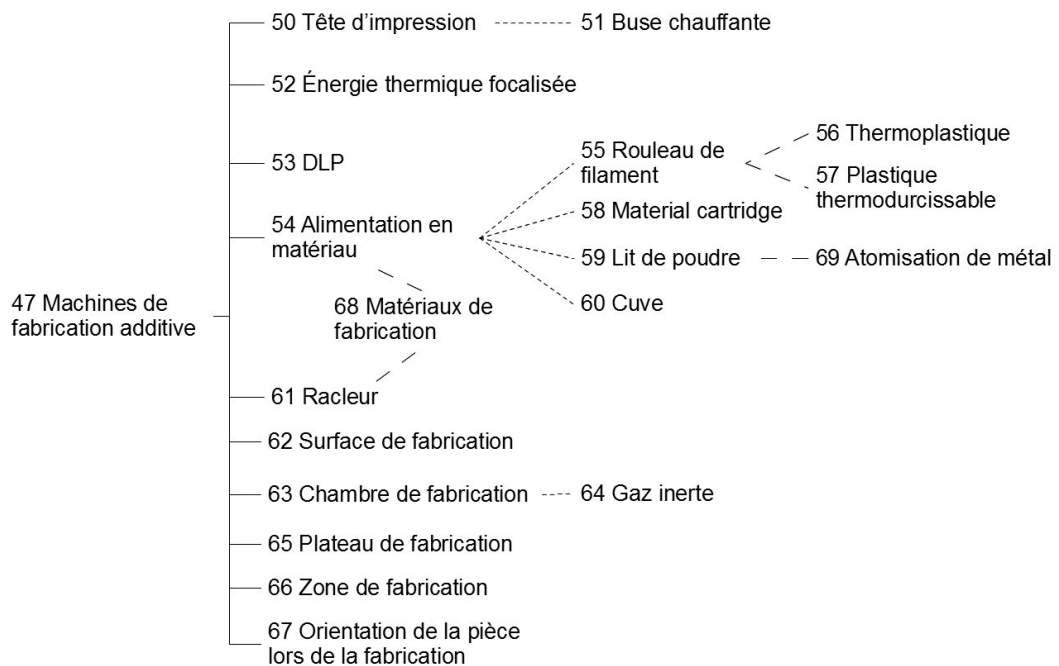
Graphique 74. Schéma conceptuel : termes des procédés – français.



Graphique 75. Schéma conceptuel : termes de conception – français.



Graphique 76. Schéma conceptuel : termes du post-traitement – français.



Graphique 77. Schéma conceptuel : termes des machines – français.